

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-132142

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

G09G 3/34
G02F 1/133
G09G 3/20

(21)Application number : 11-134930

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 14.05.1999

(72)Inventor : TAKEUCHI YUKIHISA
NANATAKI TSUTOMU
OWADA IWAO
AKAO TAKAYOSHI

(30)Priority

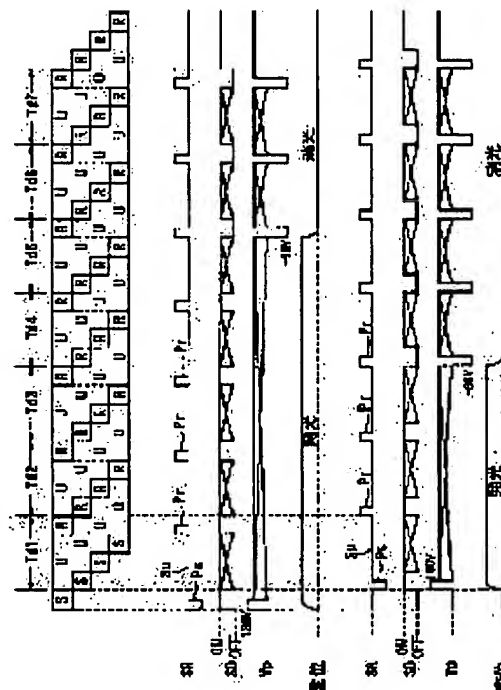
Priority number : 10232116 Priority date : 18.08.1998 Priority country : JP

(54) DRIVING DEVICE FOR DISPLAY AND DRIVING METHOD OF DISPLAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make reducible the electric power consumption and make obtainable a high luminance by deciding the light-emission start timing and variable-length light-emission maintenance period according to the gray scale level of a selected pixel.

SOLUTION: In a case where a selection period S is allotted to the head of one field, one or more display cycles Td from the head of one field are continuously selected. ON signals are outputted in sync with the selection period S of the head and reset periods R of the selected display cycles Td, while OFF signals are outputted in sync with the respective reset periods R of the residual display cycles Td. Thereby, a cycle of turning-on and turning-off of a pixel in one field is only one so that electric power consumption can be effectively reduced as compared with a drive system wherein a forced reset is performed in every divided sub-field constituting one field.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	08.01.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	07.06.2005
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3762568
[Date of registration]	20.01.2006
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2005-012932
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	07.07.2005
[Date of extinction of right]	

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the driving gear of the display on which it has the display by which many pixels were arranged in the shape of a matrix, and the image according to the picture signal supplied is displayed The 1st drive circuit which chooses a pixel per at least one line, and the 2nd drive circuit which outputs the information for a display which consists of an ON signal and an OFF signal to a selection line, The signal-control circuit which controls the 1st and 2nd drive circuits is provided. Said signal-control circuit When the display period of the image of one sheet is made into the 1 field that gradation control should be carried out by the time amount modulation technique at least, The driving gear of the display characterized by determining the variable-length luminescence maintenance period by selection / condition of not choosing of the pixel concerned as the luminescence initiation timing according to the gradation level of the pixel chosen into this 1 field.

[Claim 2] In the driving gear of a display according to claim 1, the display cycle of the number according to one selection period and maximum gradation level is assigned in said 1 field. Said display cycle It consists of a non-selection period and a reset period. Said signal-control circuit The driving gear of the display characterized by making the pixel concerned into a luminescence condition when ON signal which shows luminescence at said selection period is inputted, and making the pixel concerned into a quenching condition when the OFF signal which shows quenching at the reset period in said display cycle is inputted.

[Claim 3] The driving gear of the display characterized by determining the signal level of said non-selection period and reset period that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence maintenance period in the driving gear of a display according to claim 2, and determining the signal level of said selection period and non-selection period that the quenching condition of the pixel concerned is maintained at periods other than said luminescence maintenance period.

[Claim 4] In the driving gear of a display according to claim 1, the display cycle of the number according to the maximum gradation level and one reset period are assigned in said 1 field. Said display cycle It is the driving gear of the display characterized by consisting of a selection period and a non-selection period, for said signal-control circuit making the pixel concerned a luminescence condition when ON signal which shows luminescence at said selection period is inputted, and making the pixel concerned into a quenching condition at said reset period.

[Claim 5] The driving gear of the display characterized by determining the signal level of said selection period and non-selection period that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence maintenance period in the driving gear of a display according to claim 4.

[Claim 6] It is the driving gear of the display which the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two selection periods in said 1 field, and the display cycle of the number according to the maximum gradation level are assigned in the driving gear of a display according to claim 1, and is characterized by said display cycle having the redundancy non-selection period which has said length twice the die length of predetermined, and a reset period.

[Claim 7] The driving gear of the display characterized by being set up so that it may synchronize with the selection period of the head said whose luminescence initiation timing is an odd-even adjustment cycle mostly in the driving gear of a display according to claim 6, when the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, and being set up so that it may synchronize with the selection period of the back end said whose luminescence initiation timing is an odd-even adjustment cycle mostly, when the number of the

gradation level of the pixel concerned is even.

[Claim 8] It is the driving gear of the display which the display cycle of the number according to the maximum gradation level and the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two reset periods are assigned in said 1 field in the driving gear of a display according to claim 1, and is characterized by said display cycle having a selection period and the redundancy non-selection period which has said length twice the die length of predetermined.

[Claim 9] The driving gear of the display characterized by to be set up so that it may synchronize with the reset period of termination whose termination timing of said luminescence maintenance period is an odd-even adjustment cycle mostly in the driving gear of a display according to claim 8, when the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, and to be set up so that it may synchronize with the reset period of the head whose termination timing of said luminescence maintenance period is an odd-even adjustment cycle mostly, when the number of the gradation level of the pixel concerned is even.

[Claim 10] It is the driving gear of the display which at least one unit display cycle and at least one redundancy display cycle which have the unit non-selection period of predetermined length in said 1 field are assigned in the driving gear of a display according to claim 1, and is characterized by said redundancy display cycle having the redundancy non-selection period which has said length n times (n is two or more integers) the die length of predetermined.

[Claim 11] When the number of Y and a redundancy display cycle is set [the maximum gradation level] to Z for the number of X and a unit display cycle in the driving gear of a display according to claim 10, it is quotient-1 $Y=X-Zxn$ [subfield total $(Y+Z)=(X/n - 1) + n$] of $Z=X/n$.

The driving gear of the display characterized by being satisfied.

[Claim 12] The driving gear of the display which a selection periods are assigned for every display cycle from the head of the 1 field, and b reset periods are assigned for every display cycle from the back end of the 1 field in the driving gear of a display according to claim 11, and is characterized by being $a+b=Y+Z +1$ in this case.

[Claim 13] The driving gear of the display characterized by assigning the unit display cycle and the redundancy display cycle in combination with few subfield totals in the driving gear of a display given in any 1 term of claims 10-12 among the subfield totals according to the maximum gradation level obtained in the combination of the arbitration of a unit display cycle and a redundancy display cycle.

[Claim 14] The driving gear of the display characterized by having the 1st subfield block which consisted of at least one redundancy display cycle in 1 field, and the 2nd subfield block which consisted of at least one unit display cycle in the driving gear of a display according to claim 10, and having a compulsive reset period between said 1st and 2nd subfield blocks.

[Claim 15] It is the driving gear of the display characterized by said 2nd subfield block consisting of at least one redundancy display cycle and at least one unit display cycle in the driving gear of a display according to claim 14.

[Claim 16] In the driving gear of a display given in any 1 term of claims 1-15 said display It is prepared in one plate surface of the photoconductive corrugated plate into which light is introduced, and this photoconductive corrugated plate face to face. And provide the mechanical component by which the actuator section of the number corresponding to many pixels was arranged, and displacement actuation of the contact / isolation direction of said actuator section to said photoconductive corrugated plate is controlled according to the attribute of the picture signal inputted. The driving gear of the display characterized by being constituted so that the image according to said picture signal may be displayed on said photoconductive corrugated plate by controlling the leakage light of the predetermined part of said photoconductive corrugated plate.

[Claim 17] In the driving gear of a display according to claim 16 said actuator section A configuration maintenance layer and the actuation section which was formed in this configuration maintenance layer and which has the electrode of a pair at least, It has the oscillating section which supports this actuation section, and the fixed part which supports this oscillating section possible [vibration], and is constituted. Said display The driving gear of the display characterized by having the displacement transfer section which transmits displacement actuation of said actuator section produced by electrical-potential-difference impression to the electrode of said pair to said photoconductive corrugated plate.

[Claim 18] The driving gear of the display characterized by forming a switching element in said mechanical component corresponding to said actuator section, respectively, and controlling displacement actuation of said actuator section by on-off control of said switching element in the driving gear of a display according to claim 16 or 17.

[Claim 19] The driving gear of the display characterized by said switching element consisting of varistors in the driving gear of a display according to claim 18.

[Claim 20] It is the driving gear of the display characterized by said configuration maintenance layers being piezo-electricity/electrostriction layer in the driving gear of a display given in any 1 term of claims 17-19.

[Claim 21] It is the driving gear of the display characterized by said configuration maintenance layer being an antiferroelectric crystal layer in the driving gear of a display given in any 1 term of claims 17-19.

[Claim 22] In the drive approach of the display on which it has the display by which many pixels were arranged in the shape of a matrix, and the image according to the picture signal supplied is displayed When choose a pixel per at least one line, the information for a display which consists of an ON signal and an OFF signal to a selection line is outputted, gradation control is carried out by the time amount modulation technique at least and the display period of the image of one sheet is made into the 1 field, The drive approach of the display characterized by determining the variable-length luminescence maintenance period by selection / condition of not choosing of the pixel concerned as the luminescence initiation timing according to the gradation level of the pixel chosen into this 1 field.

[Claim 23] In the drive approach of a display according to claim 22 in said 1 field The display cycle of the number according to one selection period and maximum gradation level is assigned. Constitute said display cycle from a non-selection period and a reset period, and the pixel concerned is made into a luminescence condition when ON signal which shows luminescence at said selection period is inputted. The drive approach of the display characterized by making the pixel concerned into a quenching condition when the OFF signal which shows quenching at the reset period in said display cycle is inputted.

[Claim 24] The drive approach of the display characterized by determining the signal level of said non-selection period and reset period that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence maintenance period in the drive approach of a display according to claim 23, and determining the signal level of said selection period and non-selection period that the quenching condition of the pixel concerned is maintained at periods other than said luminescence maintenance period.

[Claim 25] The drive approach of the display characterized by to assign the display cycle of the number according to the maximum gradation level, and one reset period in said 1 field, to constitute said display cycle from a selection period and a non-selection period, to make the pixel concerned into a luminescence condition in the drive approach of a display according to claim 22 when ON signal which shows luminescence at said selection period is inputted, and to make the pixel concerned into a quenching condition at said reset period.

[Claim 26] The drive approach of the display characterized by determining the signal level of said selection period and non-selection period that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence maintenance period in the drive approach of a display according to claim 25.

[Claim 27] The drive approach of the display characterized by setting up the redundancy non-selection period which assigns the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two selection periods in said 1 field, and the display cycle of the number according to the maximum gradation level in the drive approach of a display according to claim 22, and has said length twice the die length of predetermined in said display cycle, and a reset period.

[Claim 28] The drive approach of the display characterized by setting up said luminescence initiation timing in the drive approach of a display according to claim 27 so that it may synchronize with the selection period of the head of an odd-even adjustment cycle mostly when the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, and setting up said luminescence initiation timing so that it may synchronize with the selection period of the back end of an odd-even adjustment cycle mostly when the number of the gradation level of the pixel concerned is even.

[Claim 29] The drive approach of the display characterized by assigning the display cycle of the number according to the maximum gradation level, and the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two reset periods, and setting up the redundancy non-

selection period which has a selection period and said length twice the die length of predetermined at said display cycle in said 1 field in the drive approach of a display according to claim 22.

[Claim 30] The drive approach of the display characterized by to set up the termination timing of said luminescence maintenance period in the drive approach of a display according to claim 29 so that it may synchronize with the reset period of the termination of an odd-even adjustment cycle mostly when the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, and to set up the termination timing of said luminescence maintenance period so that it may synchronize with the reset period of the head of an odd-even adjustment cycle mostly when the number of the gradation level of the pixel concerned is even.

[Claim 31] The drive approach of the display characterized by setting up the redundancy non-selection period which assigns at least one unit display cycle and at least one redundancy display cycle which have the unit non-selection period of predetermined length in said 1 field in the drive approach of a display according to claim 22, and has said length n times (n is two or more integers) the die length of predetermined in said redundancy display cycle.

[Claim 32] When the number of Y and a redundancy display cycle is set [the maximum gradation level] to Z for the number of X and a unit display cycle in the drive approach of a display according to claim 31, it is quotient-1 $Y=X-Zxn$ [subfield total $(Y+Z)=(X/n - 1) + n$] of $Z=X/n$.

The drive approach of the display characterized by being satisfied.

[Claim 33] The drive approach of the display which assigns a selection periods for every display cycle from the head of the 1 field, assigns b reset periods for every display cycle from the back end of the 1 field in the drive approach of a display according to claim 32, and is characterized by considering as $a+b=Y+Z + 1$ in this case.

[Claim 34] The drive approach of the display characterized by assigning a unit display cycle and a redundancy display cycle in combination with few subfield totals in the drive approach of a display given in any 1 term of claims 31-33 among the subfield totals according to the maximum gradation level obtained in the combination of the arbitration of a unit display cycle and a redundancy display cycle.

[Claim 35] The drive approach of the display characterized by having the 1st subfield block which consisted of at least one redundancy display cycle in 1 field, and the 2nd subfield block which consisted of at least one unit display cycle in the drive approach of a display according to claim 31, and having a compulsive reset period between said 1st and 2nd subfield blocks.

[Claim 36] The drive approach of the display characterized by constituting said 2nd subfield block from at least one redundancy display cycle and at least one unit display cycle in the drive approach of a display according to claim 35.

[Claim 37] The drive approach of the display characterized by performing gradation control of said pixel through the on-off control of a switching element in the drive approach of a display given in any 1 term of claims 22-36.

[Claim 38] The drive approach of the display characterized by using a varistor as said switching element in the drive approach of a display according to claim 37.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention controls displacement actuation of the contact / isolation direction of the actuator section to a photoconductive corrugated plate according to the attribute of a liquid crystal display, a plasma display, or the picture signal inputted. By controlling the leakage light of the predetermined part of a photoconductive corrugated plate, it is related with the driving gear of the display for driving the display of panel molds, such as a display (it is described as an electrostriction mold display for convenience) on which the image according to a picture signal is displayed on a photoconductive corrugated plate, and the drive approach of a display.

[0002]

[Description of the Prior Art] From the former, displays, such as a cathode-ray tube (CRT), a liquid crystal display, and a plasma display, are known as a display.

[0003] As a cathode-ray tube, although the usual television receiver, the monitoring device for computers, etc. are known, and a screen is bright, there is a problem that power consumption is large and the depth of the whole display becomes large as compared with the magnitude of a screen. Moreover, resolution falls by the periphery of a display image and an image or a graphic form is distorted. There is no memory action. There is also a difficulty of being unable to perform a large-sized display.

[0004] Since this reason deflects greatly the electron beam emitted from the electron gun, in the part where an electron beam arrives at the phosphor screen of the Braun tube aslant, the point (beam spot) emitting light is displayed on breadth, and an image comes to be displayed aslant. By this, distortion will arise in a display image. Moreover, it is because there is a limit in maintaining the big space inside the Braun tube at a vacuum.

[0005] On the other hand, the display of a panel mold, for example, a liquid crystal display, can miniaturize the whole equipment, and it has the advantage that there is little power consumption. Like said liquid crystal display, since the display itself does not take the volume, a plasma display and an electrostriction mold display can be miniaturized, and since it is the monotonous screen, there is the advantage of being legible and it also has especially the advantage in which a refresh memory is unnecessary, by the memory action of a cel in an alternating current mold plasma display and an electrostriction mold display.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the display of such a panel mold, this invention can reduce power consumption effectively and aims at offering the driving gear of the display which can make high brightness-ization attain, and the drive approach of a display.

[0007] Moreover, in the gradation control by subfield drive, other purposes of this invention can reduce power consumption effectively, and are to offer the driving gear of the display which can make high brightness-ization attain, and the drive approach of a display.

[0008] Moreover, in the gradation control by subfield drive, other purposes of this invention can aim at reduction of a subfield total, and are to offer the driving gear of the display which can reduce power consumption effectively, and the drive approach of a display.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In the driving gear of the display on which this invention has the display

by which many pixels were arranged in the shape of a matrix, and the image according to the picture signal supplied is displayed. The 1st drive circuit which chooses a pixel per at least one line, and the 2nd drive circuit which outputs the information for a display which consists of an ON signal and an OFF signal to a selection line. The signal-control circuit which controls the 1st and 2nd drive circuits is provided. Said signal-control circuit When the display period of the image of one sheet is made into the 1 field that gradation control should be carried out by the time amount modulation technique at least, According to the gradation level of the pixel chosen into this 1 field, it constitutes so that the variable-length luminescence maintenance period by selection / condition of not choosing of the pixel concerned may be determined as the luminescence initiation timing.

[0010] By control by said signal-control circuit, when the display period of the image of one sheet is made into the 1 field, according to the gradation level of the pixel chosen into this 1 field, the variable-length luminescence maintenance period by selection / condition of not choosing of the pixel concerned is determined as the luminescence initiation timing of the pixel concerned. Therefore, luminescence will be started almost synchronizing with luminescence initiation timing, and, as for the pixel concerned, the luminescence condition will be maintained over a luminescence maintenance period.

[0011] In this case, the 1 field can be divided into two or more subfields, and power consumption can be effectively reduced compared with the drive method (it adopts with a plasma display etc.) which carries out forcible reset for every subfield. And since a luminescence condition is maintained over a luminescence maintenance period, it becomes possible to also realize improvement in brightness.

[0012] And in said configuration, the display cycle of the number according to one selection period and maximum gradation level is assigned in said 1 field. Said display cycle is constituted from a non-selection period and a reset period. In said signal-control circuit When ON signal which shows luminescence at said selection period is inputted, the pixel concerned is made into a luminescence condition, and when the OFF signal which shows quenching at the reset period in said display cycle is inputted, you may constitute so that the pixel concerned may be made into a quenching condition.

[0013] When this assumes the case where a selection period is assigned to the head of the 1 field, according to the gradation level of the pixel concerned, one display cycle or two or more display cycles are continuously chosen from the head of the 1 field, ON signal will be outputted in the head of the selected display cycle, and an OFF signal will be outputted in the reset period which is the following display cycle which is a selected display cycle. That is, the head of the selected display cycle is luminescence initiation timing, and the period equivalent to the this chosen display cycle turns into a luminescence maintenance period.

[0014] In this case, the cycle of luminescence to the pixel concerned in 1 field and quenching becomes only 1 time, and reduction of power consumption can be aimed at effectively. Moreover, the linearity of gradation and brightness becomes good and the highly precise gradation expression of it is attained. Furthermore, the effectiveness of luminescence time amount also becomes high.

[0015] Moreover, the signal level of said non-selection period and reset period is determined that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence maintenance period, and you may make it determine the signal level of said selection period and non-selection period that the quenching condition of the pixel concerned is maintained at periods other than said luminescence maintenance period in said configuration. In this case, the luminescence maintenance in a luminescence maintenance period and the quenching maintenance in periods other than a luminescence maintenance period can attain easily, and it becomes possible to make the cycle of one luminescence in 1 field mentioned above and quenching perform certainly of them.

[0016] Moreover, in said configuration, you may constitute so that assign the display cycle of the number according to the maximum gradation level, and one reset period in said 1 field, and said display cycle is constituted from a selection period and a non-selection period, the pixel concerned may be made into a luminescence condition when ON signal which shows luminescence in said signal-control circuit at said selection period is inputted, and the pixel concerned may be made into a quenching condition at said reset period.

[0017] When this assumes the case where a reset period is assigned to the back end of the 1 field, according to the gradation level of the pixel concerned, one display cycle or two or more display cycles will be

continuously chosen from the back end of the 1 field, ON signal will be outputted in the head of the selected display cycle, and an OFF signal will be outputted in the reset period of the back end.

[0018] Also in this case, the cycle of luminescence to the pixel concerned in 1 field and quenching becomes only 1 time, and reduction of power consumption can be aimed at effectively. The linearity of gradation and brightness becomes good and the highly precise gradation expression of it is attained. Furthermore, the effectiveness of luminescence time amount also becomes high. Since a selection period exists for every display cycle chosen especially, brightness can fully be maintained over the luminescence maintenance period in the pixel concerned.

[0019] Moreover, you may make it determine the signal level of said selection period and non-selection period that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence maintenance period in said configuration. Thereby, the luminescence maintenance in a luminescence maintenance period and the quenching maintenance in periods other than a luminescence maintenance period can attain easily, and it becomes possible to make the cycle of one luminescence in 1 field mentioned above and quenching perform certainly of them.

[0020] Moreover, the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two selection periods in said 1 field, and the display cycle of the number according to the maximum gradation level are assigned, and you may make it set up the redundancy non-selection period and reset period which have said length twice the die length of predetermined in said display cycle in said configuration.

[0021] Although eight selection scans are needed about one line when the case where 8 gradation is expressed in this case in the 1 field is assumed, and constituted only from a unit display cycle If the display cycle to which the redundancy non-selection period which has length twice the die length of predetermined was set is assigned, about one line, it can end with five selection scans and the cycle (row scanning cycle) for choosing one line can be reduced. This leads to reduction of power consumption and, moreover, leads also to high brightness-ization of the selected pixel from a luminescence condition being maintained in a redundancy non-selection period.

[0022] And when the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, said luminescence initiation timing is set up so that it may synchronize with the selection period of the head of an odd-even adjustment cycle mostly, and when the number of the gradation level of the pixel concerned is even, said luminescence initiation timing is set up so that it may synchronize with the selection period of the back end of an odd-even adjustment cycle mostly.

[0023] Moreover, the display cycle of the number according to the maximum gradation level and the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two reset periods are assigned in said 1 field, and you may make it set a selection period and the redundancy non-selection period which has said length twice the die length of predetermined as said display cycle in said configuration.

[0024] Said row scanning cycle can be reduced also in this case, and reduction of power consumption can be aimed at.

[0025] And when the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, the termination timing of said luminescence maintenance period is set up so that it may synchronize with the reset period of the termination of an odd-even adjustment cycle mostly, and when the number of the gradation level of the pixel concerned is even, the termination timing of said luminescence maintenance period is set up so that it may synchronize with the reset period of the head of an odd-even adjustment cycle mostly.

[0026] Moreover, at least one unit display cycle and at least one redundancy display cycle which have the unit non-selection period of predetermined length are assigned, and you may make it prepare the redundancy non-selection period which has said length n times (n is two or more integers) the die length of predetermined in said redundancy display cycle in said 1 field in said configuration.

[0027] Here, when the case where 8 gradation is expressed for example, in the 1 field is assumed, about one line, it can end with five selection scans and a row scanning cycle can be reduced sharply. Consequently, the reduction list of power consumption can be made to realize high brightness-ization.

[0028] And when the number of Y and a redundancy display cycle is set [the maximum gradation level] to Z for the number of X and a unit display cycle in said configuration, it is quotient-1 $Y=X-Z \times n$ [subfield total

$(Y+Z)=(X/n - 1) + n]$ of $Z=X/n$.

It may be made to be satisfied. Here, a subfield total is exactly the row scanning cycle mentioned above. Therefore, reduction-ization of power consumption can be made to be able to attain still more effectively, and, moreover, the burden of a scanning circuit can also be made to mitigate, when the combination which makes a subfield total min will surely exist and adopts this combination.

[0029] a selection periods are assigned for every display cycle from the head of the 1 field, b reset periods are assigned for every display cycle from the back end of the 1 field, and it is good also as $a+b=Y+Z+1$ in this case. Various gradation expressions are attained by this. Although all the gradation contained in the maximum gradation level can be expressed when it considers as $b=n$ at this time, you may make it operate one or some gradation level on a curtailed schedule as $b=n-1$. Since a row scanning cycle is reduced, this can attain low-power-ization.

[0030] Moreover, you may make it a subfield total assign a unit display cycle and a redundancy display cycle in little combination most in said configuration among the subfield totals according to the maximum gradation level obtained in the combination of the arbitration of a unit display cycle and a redundancy display cycle.

[0031] For example, when the maximum gradation level is set to 16, a subfield total becomes [the combination of 7, a unit display cycle, and a 8 times as many redundancy display cycle as this] 9 only by the unit display cycle with the combination of 9, a unit display cycle, and a 4 times as many redundancy display cycle as this in the combination of 15, a unit display cycle, and a twice as many redundancy display cycle as this. In this case, the combination of a unit display cycle with few subfield totals and a 4 times as many redundancy display cycle as this will be chosen.

[0032] Consequently, reduction-ization of power consumption can be made to be able to attain still more effectively, and, moreover, the burden of a scanning circuit can also be made mitigated as already mentioned above.

[0033] Moreover, it has the 1st subfield block which consisted of at least one redundancy display cycle in 1 field, and the 2nd subfield block which consisted of at least one unit display cycle, a compulsive reset period is established between said 1st and 2nd subfields, and you may make it constitute in said configuration.

[0034] Since the redundancy display cycle is used in the 1st subfield block, reduction of a row scanning cycle can be aimed at and reduction-ization of power consumption can be realized. Since he is trying to establish a compulsive reset period especially, sufficient signal to carry out quenching of the pixel in this period can be given.

[0035] Moreover, you may make it constitute said 2nd subfield block from at least one redundancy display cycle and at least one unit display cycle in said configuration.

[0036] In this case, since reduction-ization of the row scanning cycle in the 2nd subfield block can also be attained, reduction-ization of power consumption can be realized further.

[0037] And the photoconductive corrugated plate into which light is introduced in a display in said configuration, The mechanical component by which it was countered and prepared in one plate surface of this photoconductive corrugated plate, and the actuator section of the number corresponding to many pixels was arranged is provided. By controlling displacement actuation of the contact / isolation direction of said actuator section to said photoconductive corrugated plate according to the attribute of the picture signal inputted, and controlling the leakage light of the predetermined part of said photoconductive corrugated plate, you may constitute so that the image according to said picture signal may be displayed on said photoconductive corrugated plate.

[0038] In this case, as for said 1st and 2nd drive circuits, it is desirable that it is characterized by the following point.

(1) Since the actuator section serves as a capacitive load, it is desirable for the division ratio which joins a capacitive load at the time of impression termination of the electrical potential difference (ON state voltage) to which the crookedness variation rate of the actuator section is carried out, taking to drive this capacitive load into consideration to be 50% or more.

(2) In order to obtain the amount of displacement of the actuator section which can express the ON state and OFF state of a pixel, it is desirable for the voltage output beyond 20V to be possible.

(3) Take that the sense of the output current is taken bidirectionally into consideration.

(4) Drive the load of 2 electrode structures of a line writing direction and the direction of a train.

[0039] The actuation section which was especially formed in the configuration maintenance layer and this configuration maintenance layer in said actuator section and which has the electrode of a pair at least, The oscillating section which supports this actuation section, and the fixed part which supports this oscillating section possible [vibration] are had and constituted, and you may make it prepare the displacement transfer section which transmits displacement actuation of said actuator section produced by electrical-potential-difference impression to the electrode of said pair on said display to said photoconductive corrugated plate.

[0040] Here, with the actuator section which has a configuration maintenance layer, the actuator section which has two thru/or a displacement condition beyond it at least is pointed out in the same voltage level.

[0041] Thereby, total reflection of the light introduced from the edge of a photoconductive corrugated plate is carried out inside by adjusting the magnitude of the refractive index of a photoconductive corrugated plate, without all light penetrating in the front face and tooth back of a photoconductive corrugated plate (quenching condition). In this quenching condition, if the displacement transfer section contacts the tooth back of a photoconductive corrugated plate in the distance below the wavelength of light, the light which was carrying out total reflection till then will be penetrated to the front face of the displacement transfer section in contact with the tooth back of a photoconductive corrugated plate. Although the light which arrived at the front face of the displacement transfer section is once reflected on the front face of a displacement transfer plate and a part is again reflected in a photoconductive corrugated plate as the scattered light, the great portion of scattered light will penetrate the front face of a photoconductive corrugated plate, without being reflected by the photoconductive corrugated plate (luminescence condition).

[0042] Thus, the existence of luminescence (leakage light) of the light in the front face of a photoconductive corrugated plate is controllable by the existence of contact of the displacement transfer plate in the tooth back of a photoconductive corrugated plate. In this case, if one unit which makes the displacement actuation of the displacement transfer plate carry out in the contact / isolation direction to a photoconductive corrugated plate is considered as 1 pixel The images (an alphabetic character, graphic form, etc.) according to a picture signal can be displayed on the front face of a photoconductive corrugated plate like a cathode-ray tube or a liquid crystal display by arranging a majority of this pixel in the shape of a matrix, and controlling the displacement actuation by each pixel according to the attribute of the picture signal inputted.

[0043] Moreover, the description by the actuator section which has a configuration maintenance layer is as follows.

(1) Since the threshold property from a quenching condition to a luminescence condition becomes steep as compared with the case where a configuration maintenance layer does not exist, deflection width of face of an electrical potential difference can be narrowed, and the burden by the side of a circuit can be mitigated.

(2) The difference of a luminescence condition and a quenching condition becomes clear, and leads to improvement in contrast.

(3) Dispersion in a threshold becomes small and allowances are born to the setting range of an electrical potential difference.

[0044] In addition, it is desirable that it is the actuator section (what contacts with the electrical-potential-difference no-load at the time of an isolation condition and electrical-potential-difference impression) displaced upward from the ease of control, for example as the actuator section. It is desirable that it is the structure which has the electrode of a pair in a front face especially. As said configuration maintenance layer, piezo-electricity/electrostriction layer, and an antiferroelectric crystal layer are used preferably, for example.

[0045] And corresponding to said actuator section, a switching element is formed in said mechanical component, respectively, and you may make it constitute in said configuration, so that displacement actuation of said actuator section may be controlled by on-off control of said switching element.

[0046] Based on the input of a picture signal, the actuator section allotted to a large number is chosen per line by this, and the display information (voltage signal) about the selection line is supplied. Usually, although said voltage signal will be supplied also to the actuator section about the non-choosing line which is unrelated to the selection line concerned, on this display, supply of said display information on a non-choosing line can be prevented by turning OFF a corresponding switching element about the actuator

section about a non-choosing line. Therefore, it becomes unnecessary to make the pixel (actuator section) about a non-choosing line drive, and reduction-ization of power consumption can be attained effectively. [0047] Moreover, since CR time constant by the on resistance of wiring resistance and switching in the electrostatic-capacity list of the actuator section is small, the actuator section about a selection line is quickly charged by ON of a switching element. If it is off [a switching element] after that, the connection of a between [the supply line (signal line) of display information and the actuator section] will be in a very high impedance condition, and will be in the condition almost near an open condition. This shows that resistance becomes very large. Thereby, said CR time constant also becomes very large.

[0048] From this, since supply (impression of a voltage signal) of the display information over the actuator section will be maintained even if a switching element becomes off, the actuator section concerned will continue holding the amount of displacement more than fixed, and the ON state of the pixel concerned will be maintained.

[0049] Thus, the actuator section about a non-choosing line is maintained as an open condition, while it had charged, and since fixed time amount maintenance of the amount of displacement given at the time of line selection can be carried out in the state of no signal impressing, pixel luminescence of a non-selection period of it is attained. For this reason, high brightness-ization can be realized.

[0050] Moreover, since each switching element can be formed in a mechanical component (a principal plane or a tooth back is sufficient), it becomes unnecessary to form the large-scale circuit pattern on a mechanical component, and simplification of wiring can be attained.

[0051] Moreover, unlike a liquid crystal display (TFT-LCD), each switching element can be installed in the space (location) which is unrelated to an optical path, and each switching element can be prepared in the tooth back of a mechanical component. Thereby, the large numerical aperture of a pixel can be taken and improvement in brightness can be aimed at.

[0052] And it is desirable to constitute said switching element from a varistor. In this case, since it becomes a very good hysteresis characteristic when carrying out displacement actuation of the actuator section, the memory effect as nearly perfect configuration maintenance can be obtained.

[0053] Next, this invention has the display by which many pixels were arranged in the shape of a matrix, and sets it to the drive approach of the display on which the image according to the picture signal supplied is displayed. When choose a pixel per at least one line, the information for a display which consists of an ON signal and an OFF signal to a selection line is outputted, gradation control is carried out by the time amount modulation technique at least and the display period of the image of one sheet is made into the 1 field, According to the gradation level of the pixel chosen into this 1 field, it is characterized by determining the variable-length luminescence maintenance period by selection / condition of not choosing of the pixel concerned as the luminescence initiation timing.

[0054] And in this approach, the display cycle of the number according to one selection period and maximum gradation level is assigned in said 1 field. Said display cycle is constituted from a non-selection period and a reset period, when ON signal which shows luminescence at said selection period is inputted, the pixel concerned is made into a luminescence condition, and when the OFF signal which shows quenching at the reset period in said display cycle is inputted, it may be made to make the pixel concerned into a quenching condition.

[0055] In this case, the signal level of said non-selection period and reset period is determined that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence maintenance period, and you may make it determine the signal level of said selection period and non-selection period that the quenching condition of the pixel concerned is maintained at periods other than said luminescence maintenance period.

[0056] Moreover, the display cycle of the number according to the maximum gradation level and one reset period are assigned in said 1 field, said display cycle is constituted from a selection period and a non-selection period, when ON signal which shows luminescence at said selection period is inputted, the pixel concerned is made into a luminescence condition, and it may be made to make the pixel concerned at said reset period into a quenching condition.

[0057] In this case, you may make it determine the signal level of said selection period and non-selection period that the luminescence condition of the pixel concerned is maintained at said luminescence

maintenance period.

[0058] Moreover, the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two selection periods in said 1 field, and the display cycle of the number according to the maximum gradation level are assigned, and you may make it set up the redundancy non-selection period and reset period which have said length twice the die length of predetermined in said display cycle in said approach.

[0059] When the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, said luminescence initiation timing is set up so that it may synchronize with the selection period of the head of an odd-even adjustment cycle mostly, and when the number of the gradation level of the pixel concerned is even, said luminescence initiation timing is set up so that it may synchronize with the selection period of the back end of an odd-even adjustment cycle mostly.

[0060] Moreover, the display cycle of the number according to the maximum gradation level and the odd-even adjustment cycle which has the unit non-selection period of predetermined length between two reset periods are assigned in said 1 field, and you may make it set a selection period and the redundancy non-selection period which has said length twice the die length of predetermined as said display cycle in said approach.

[0061] When the number of the gradation level of the pixel concerned is odd, the termination timing of said luminescence maintenance period is set up so that it may synchronize with the reset period of the termination of an odd-even adjustment cycle mostly, and when the number of the gradation level of the pixel concerned is even, the termination timing of said luminescence maintenance period is set up so that it may synchronize with the reset period of the head of an odd-even adjustment cycle mostly.

[0062] Moreover, at least one unit display cycle and at least one redundancy display cycle which have the unit non-selection period of predetermined length in said 1 field are assigned, and you may make it set up the redundancy non-selection period which has said length n times (n is two or more integers) the die length of predetermined in said redundancy display cycle in said approach.

[0063] In this case, when the number of Y and a redundancy display cycle is set [the maximum gradation level] to Z for the number of X and a unit display cycle, it is quotient-1 $Y = X - Z \times n$ [subfield total $(Y + Z) = (X/n - 1) \times n$] of $Z = X/n$.

It may be made to be satisfied.

[0064] Moreover, a selection periods are assigned for every display cycle from the head of the 1 field, b reset periods are assigned for every display cycle from the back end of the 1 field, and it is good also as $a + b = Y + Z + 1$ in this case. At this time, $b = n$ is sufficient and $b = n - 1$ is sufficient.

[0065] It is desirable to assign a unit display cycle and a redundancy display cycle in combination with few subfield totals among the subfield totals according to the maximum gradation level especially obtained in the combination of the arbitration of a unit display cycle and a redundancy display cycle.

[0066] Moreover, it has the 1st subfield block which consisted of at least one redundancy display cycle in 1 field, and the 2nd subfield block which consisted of at least one unit display cycle, and you may make it have a compulsive reset period between said 1st and 2nd subfield blocks in said approach.

[0067] In this case, you may make it constitute said 2nd subfield block from at least one redundancy display cycle and at least one unit display cycle.

[0068] Moreover, in the above-mentioned drive approach, it may be made to perform gradation control of said pixel through the on-off control of a switching element. In this case, it is desirable to use a varistor as a switching element.

[0069]

[Embodiment of the Invention] Although the driving gear of the display concerning this invention and the example of a gestalt of implementation of the drive approach of a display (it is hereafter described as the driving gear only applied to the gestalt of operation) are explained hereafter, referring to drawing 1 - drawing 48 B, it explains referring to drawing 1 - drawing 28 about the configuration of the display on which the driving gear concerning the gestalt of this operation is applied before that.

[0070] the whole display **** -- as shown in drawing 1, this display D has the mechanical component 16 by which it was countered and prepared in the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12 into which the light 10 from the light source (not shown) is introduced, and this photoconductive corrugated

plate 12, and much actuator sections 14 were arranged corresponding to the pixel, and is constituted. [0071] A mechanical component 16 has the actuator substrate 18 which consisted of ceramics, and the actuator section 14 is arranged in the location according to each pixel of this actuator substrate 18. Said actuator substrate 18 is arranged so that one principal plane may counter the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, and this one principal plane is made into the continuous field (flat-tapped). The dead air space 20 for forming in the location corresponding to each pixel the oscillating section mentioned later, respectively is established in the interior of the actuator substrate 18. Each dead air space 20 is opened for free passage with the exterior through small through tube 18a of the path prepared in the other end side of the actuator substrate 18.

[0072] The part in which dead air space 20 is formed among said actuator substrates 18 is used as thin meat, and is made heavy-gage [the other part]. The part of thin meat serves as the structure of being easy to receive vibration to external force, functions as the oscillating section 22, and functions as a fixed part 24 which supports said oscillating section 22, being used as parts other than dead-air-space 20 being heavy-gage.

[0073] That is, the actuator substrate 18 is the layered product of sheet metal layer 18C which is substrate layer 18A which is the lowest layer, spacer layer 18B which is an interlayer, and the maximum upper layer, and can be grasped as an integral-construction object with which dead air space 20 was formed in the part corresponding to a pixel among spacer layer 18B. Substrate layer 18A functions as a substrate for reinforcement, and also functions as a substrate for wiring. In addition, said actuator substrate 18 may really be baking, or may be post-installation.

[0074] The configuration maintenance layers 26 directly formed on this oscillating section 22 besides said oscillating section 22 and fixed part 24 so that each actuator section 14 might be illustrated, such as piezo-electricity/electrostriction layer, and an antiferroelectric crystal layer, As it is indicated in drawing 1 as the actuator section body 30 which has the electrode 28 (low electrode 28a and column electrode 28b) of the pair formed in the top face of this configuration maintenance layer 26 It has the displacement transfer section 32 which is connected on this actuator section body 30, and enlarges a touch area with the photoconductive corrugated plate 12, and is made into the area according to a pixel, and is constituted.

[0075] That is, this display D has the structure in which the actuator section body 30 which consists of a configuration maintenance layer 26 and an electrode 28 of a pair was formed on the actuator substrate 18. Although the structure formed up and down to the configuration maintenance layer 26 and the structure formed only in one side are sufficient as the electrode 28 of a pair, in order to make advantageous junction nature of the actuator substrate 18 and the configuration maintenance layer 26, like this display D It is more desirable to form the electrode 28 of a pair only in the upper part (for the actuator substrate 18 to be the opposite side) of the configuration maintenance layer 26 so that the actuator substrate 18 and the configuration maintenance layer 26 may touch directly in the condition that there is no level difference.

[0076] Since it is explained to JP,10-78549,A at the detail, the configuration of each part material of explanation, such as a configuration of each configuration member, is explained briefly here.

[0077] First, the flat-surface configuration of the oscillating section 22 and the configuration maintenance layer 26 has the shape of the shape of a circle configuration, an ellipse configuration (truck configuration), elliptical, and a rectangle (the corner section includes the configuration where the angle was able to be taken), and a polygon (for example, the configuration where each vertical-angle part was roundish by the shape of an octagon is included) etc.

[0078] In this case, the magnitude of the oscillating section 22 is the largest, subsequently it considers as the periphery configuration of the electrode 28 of a pair, and the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 26 is set up smallest. In addition, you may set up so that the periphery configuration of the electrodes 28a and 28b of a pair may become the largest.

[0079] As shown in drawing 2 , the flat-surface configuration of the electrode 28 (low electrode 28a and column electrode 28b) of a pair is good also as a configuration where many sinking combs confronted each other complementary, in addition a curled form, a multi-branch configuration, etc. can be used for it as shown also in JP,10-78549,A.

[0080] when the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 26 is made elliptical and the electrode 28 of a pair is formed in the shape of a sinking comb, it is shown in drawing 3 A and drawing

3 B -- as -- the major axis of the configuration maintenance layer 26 -- meeting -- the electrode 28 of a pair - it is shown in the gestalt with which it goes away and a gear tooth is arranged, drawing 4 A, and drawing 4 B -- as -- the minor axis of the configuration maintenance layer 26 -- meeting -- the electrode 28 of a pair -- there is a gestalt with which it goes away and a gear tooth is arranged.

[0081] And as shown in drawing 3 A and drawing 4 A, there are a gestalt which is a pair and in which it goes away electrode 28 and a dental part is contained in the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 26, a gestalt which is a pair as shown in drawing 3 B and drawing 4 B and which went away electrode 28 and the dental part protruded from the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 28. the direction of the gestalt shown in drawing 3 B and drawing 4 B -- crookedness of the actuator section 14 -- in a variation rate, it is advantageous.

[0082] For example, low electrode 28a is formed in the inferior surface of tongue of the configuration maintenance layer 26, and you may make it form column electrode 28b in the top face of the configuration maintenance layer 26 as an electrode 28 of a pair, as shown, for example in drawing 5 .

[0083] In this case, as shown in drawing 1 , it is possible to make an one direction carry out the crookedness variation rate of the actuator section 14 so that it may be on the photoconductive corrugated plate 12 side with a convex, and also it is possible to make the crookedness variation rate of the actuator section 14 carry out in the other directions so that it may be on a dead-air-space 20 side with a convex.

[0084] And when wiring which leads to each electrodes 28a and 28b is explained based on the example of drawing 6 , it has the perpendicular selection line 40 of the number according to the line count of many pixels, and the signal line 42 of a number according to the number of trains of many pixels.

[0085] Each perpendicular selection line 40 is electrically connected to low electrode 28a in each pixel (actuator section 14: refer to drawing 1), and each signal line 42 is electrically connected to column electrode 28b of each pixel 14. Moreover, it is drawn from low electrode 28a about the pixel of the front row, connects with low electrode 28a about the pixel concerned, and said each perpendicular selection line 40 serves as a form wired by series about one line. A signal line 42 consists of branch line 42b which branches from main track 42a and this main track 42a which are prolonged in the direction of a train, and is connected to column electrode 28b of each pixel 14.

[0086] Supply of the voltage signal to each perpendicular selection line 40 is performed through a through hole 44 from the wiring substrate (stuck on the other principal planes of the actuator substrate 18) which is not illustrated, and is performed through a through hole 46 from said wiring substrate which does not illustrate supply of the voltage signal to each signal line 42, either.

[0087] the junction for aiming at those electric flows among one [a through hole and] electrode 28a, since the through hole 44 of the perpendicular selection line 40 is not formed on the perpendicular selection line 40 unlike the case of a signal line 42 -- a conductor 48 is formed.

[0088] In addition, it is placed between the parts which each perpendicular selection line 40 and each signal line 42 intersect by the insulator layer 50 (a two-dot chain line shows) which consists of silicon oxide, glass membrane, resin film, etc. in order to take the insulation between the mutual wiring 40 and 42.

[0089] Moreover, the combination of a circle and an ellipse is sufficient as the configuration of the oscillating section 22, the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 26, and the periphery configuration formed with the electrode 28 of a pair, and the combination of the shape of a rectangle and an ellipse is sufficient as it, and it is not limited especially. Moreover, although the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 26 is not illustrated here, considering as the shape of a ring is also adopted preferably. Also in this case, various things, such as the shape of a circle, an ellipse, and a rectangle, are mentioned as a periphery configuration. Since it is not necessary to form an electrode in a part for a centrum by making the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 26 into the shape of a ring, electrostatic capacity can be made small, without making the amount of displacement small.

[0090] Although the example of drawing 6 showed the example which made arrangement of each actuator section 14 (pixel) on the actuator substrate 18 the shape of a matrix, you may make it arrange a pixel (actuator section 14) alternately to each line.

[0091] It is at explanation of a configuration maintenance layer and the time, and as a configuration maintenance layer 26, when using piezo-electricity/electrostriction layer, as this piezo-

electricity/electrostriction layer, the ceramics containing which [these] combination, such as lead zirconate, magnesium lead niobate, nickel lead niobate, lead zinc niobate, manganese lead niobate, magnesium tantalate, lead, nickel tantalate, antimony lead stannate, lead titanate, barium titanate, a magnesium lead wolframate, and cobalt lead niobate, is mentioned, for example. It cannot be overemphasized that these compounds may be the principal components which occupy 50 % of the weight or more. Moreover, the operating frequency of the ceramics which contains lead zirconate among the above-mentioned ceramics is the highest as a component of the piezo-electricity/electrostriction layer of the gestalt of this operation.

[0092] Moreover, when it constitutes piezo-electricity/electrostriction layer from ceramics, the ceramics which added suitably oxides, such as a lanthanum, calcium, strontium, molybdenum, a tungsten, barium, niobium, zinc, nickel, and manganese, which [these] combination, or other compounds may be further used for the above-mentioned ceramics.

[0093] For example, it is desirable to use the ceramics which uses as a principal component the component which consists of magnesium lead niobate, lead zirconate, and lead titanate, and contains a lanthanum and strontium further.

[0094] Piezo-electricity/electrostriction layer may be precise, or you may be porosity, and, as for the porosity, in the case of porosity, it is desirable that it is 40% or less.

[0095] As a configuration maintenance layer 26, when using an antiferroelectric crystal layer, as this antiferroelectric crystal layer, what uses lead zirconate as a principal component, the thing which uses as a principal component the component which consists of lead zirconate and lead stannate, the thing which added lanthanum oxide to lead zirconate, and the thing which added lead zirconate and lead niobate to the component which consists of lead zirconate and lead stannate are still more desirable.

[0096] Since it can drive by the low battery comparatively when applying the antiferroelectric crystal film containing the component which consists of lead zirconate and lead stannate like especially the following presentation as a membrane type component like the actuator section 14, it is especially desirable.

[0097] $\text{Pb}_{0.99}\text{Nb}_{0.02}[(\text{Zr}_x\text{Sn}_{1-x})_{1-y}\text{Tiy}]0.98\text{O}_3$ however $0.5 < x < 0.6$, $0.05 < y < 0.063$, $0.01 < \text{Nb} < 0.03$, and this antiferroelectric crystal layer may be porosity, and, in the case of porosity, it is desirable that it is 30% or less of porosity.

[0098] And as an approach of forming the configuration maintenance layer 26 on the oscillating section 22, the various thin film forming methods, such as the various thick-film forming methods, such as screen printing, a dipping method, the applying method, and an electrophoresis method, the ion beam method and the sputtering method, vacuum evaporation technique, the ion plating method, chemistry gaseous-phase vacuum deposition (CVD), and plating, can be used.

[0099] In the gestalt of this operation, if in charge of forming said configuration maintenance layer 26 on the oscillating section 22, the thick-film forming method by screen printing, a dipping method and the applying method, an electrophoresis method, etc. is adopted suitably.

[0100] It is because such technique can form the particle of 0.05-3-micrometer electrostrictive ceramics the mean particle diameter of 0.01-5 micrometers using the paste used as a principal component, a slurry or a suspension, an emulsion, a sol, etc. preferably and good piezo-electric operational characteristic is acquired.

[0101] Especially an electrophoresis method begins to be able to form the film in a high configuration precision which is a high consistency, and is "electrochemistry and industrial physical chemistry. It has the description which is indicated by technical reference, such as Vol.53, No.1 (1985), p63 - 68 Kazuo Anzai work", or "the collection (1998) of high order fabricating method research debate drafts of the ceramics by the 1st electrophoresis method, p5-6, p23-24." Therefore, it is good to choose and use technique suitably in consideration of a precision prescribe, dependability, etc.

[0102] Actuation of the display D which has explanation of operation, next said configuration of a display is explained briefly, referring to drawing 1 . First, the light 10 of the photoconductive corrugated plate 12 is introduced from an edge. In this case, total reflection is carried out inside by adjusting the magnitude of the refractive index of the photoconductive corrugated plate 12, without all the light 10 penetrating in the front face and tooth back of the photoconductive corrugated plate 12. In this condition, if the displacement transfer section 32 corresponding to said actuator section 14 contacts the tooth back of the photoconductive corrugated plate 42 in the distance below the wavelength of light, a certain actuator section 14 being used as a selection condition, the light 10 which was carrying out total reflection till then will be penetrated to the

front face of the displacement transfer section 32 in contact with the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12.

[0103] Although the light 10 which arrived at the front face of the displacement transfer section 32 is reflected on the front face of the displacement transfer section 32 and a part is again reflected in the photoconductive corrugated plate 12 as the scattered light 52, the great portion of scattered light 52 will once penetrate the front face of the photoconductive corrugated plate 12, without being reflected by the photoconductive corrugated plate 12.

[0104] That is, the existence of luminescence (leakage light) of the light in the front face of the photoconductive corrugated plate 12 is controllable by the existence of contact of the displacement transfer section 32 in the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12. Especially on the display concerning this example, one unit which makes the displacement actuation of the displacement transfer section 32 carry out in the contact / isolation direction to the photoconductive corrugated plate 12 is made into 1 pixel. Furthermore, since he is trying to arrange a majority of these pixels alternately about the shape of a matrix, and each line, The front face of a photoconductive corrugated plate can be made to display the images (an alphabetic character, graphic form, etc.) according to a picture signal on a cathode-ray tube or a liquid crystal display list like a plasma display by controlling the displacement actuation by each pixel according to the attribute of the picture signal inputted.

[0105] the principle of operation in each actuator section 14 at the time of using a piezo-electric layer as the principle of operation, next the configuration maintenance layer 26 of the actuator section -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- it explains based on a property and the charge-applied-voltage property of drawing 8.

[0106] the crookedness shown in drawing 7 -- a variation rate -- crookedness of the actuator section 14 when a property changes continuously the electrical potential difference applied to the actuator section 14 -- a variation rate is seen. In this example, as shown in drawing 1, the actuator section 14 makes the forward direction the case where crookedness displacement is carried out in the one direction (direction close to the photoconductive corrugated plate 12).

[0107] The charge-applied-voltage property shown in drawing 8 sees change of the amount Q of charges accumulated between electrode 28a of the pair in the actuator section 14, and 28b, when changing continuously the electrical potential difference similarly applied to the actuator section 14. In the display D shown in drawing 1, since the perpendicular selection line 40 is connected to low electrode 28a among the electrodes 28a and 28b of a pair and the signal line 42 is connected to column electrode 28b as explained based on drawing 6, the applied voltage shown on the axis of abscissa of drawing 7 and drawing 8 will show the electrical potential difference between the perpendicular selection lines 40 and signal lines 42 about the actuator section 14 concerned.

[0108] An example is concretely given and explained about measurement of said crookedness displacement property. first, the sin wave 180V and whose negative side peak voltage 1kHz and forward side peak voltage are -60V between electrode 28a of the pair of the actuator section 14, and 28b for a frequency -- impressing -- the variation rate in each point at that time (Point A - Point H) -- an amount is continuously measured with a laser displacement gage. the measurement result at that time -- electrical-potential-difference-crookedness -- a variation rate -- what was plotted in the graph -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- it is a property. it is shown in the arrow head of drawing 7 -- as -- crookedness -- the variation rate of a variation rate -- the amount is changing with the continuous changes in applied voltage continuously with a certain amount of hysteresis. Moreover, as shown in drawing 8, the amount Q of charges accumulated in the electrodes 28a and 28b of a pair is changing with the continuous changes in applied voltage continuously with a certain amount of hysteresis like the property of drawing 7.

[0109] Supposing it starts first concretely from the electrical-potential-difference unloaded condition (applied-voltage = 0V) which shows measurement with Point B, it is in the condition, i.e., a quenching condition, that did not produce elongation in the configuration maintenance layer 26, but the displacement transfer section 32 and the photoconductive corrugated plate 12 were isolated at it, in this point B. The amount Q of charges is in the minimum level.

[0110] Next, if forward side peak value (=180V) is impressed between electrode 28a of the pair of the actuator section 14, and 28b, as shown in Point E, with the increment in the amount Q of charges, the

configuration maintenance layer 26 will be extended and the actuator section 14 will carry out crookedness displacement in an one direction (direction close to the photoconductive corrugated plate 12). At this time, the amount Q of charges serves as the maximum level. According to convex deformation of this actuator section 14, the displacement transfer section 32 will displace to the photoconductive corrugated plate 12 side, and this displacement transfer section 32 will contact the photoconductive corrugated plate 12.

[0111] a variation rate -- the transfer section 32 -- crookedness of the actuator section 14, although the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12 is contacted corresponding to a variation rate. If the displacement transfer section 32 contacts the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, the light 10 by which total reflection was carried out, for example within the photoconductive corrugated plate 12 will penetrate the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, will penetrate to the front face of the displacement transfer section 32, and will reflect on the front face of the displacement transfer section 32. By this, the pixel corresponding to the actuator section 14 concerned will be in a luminescence condition.

[0112] In addition, since the light which penetrated the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12 is reflected, the displacement transfer section 32 is formed in order to make a touch area with the photoconductive corrugated plate 12 larger than predetermined further. That is, luminescence area is prescribed by the touch area of the displacement transfer section 32 and the photoconductive corrugated plate 12.

[0113] And on said display D, the displacement transfer section 32 has displacement transfer member 32b for transmitting the variation rate of plate member 32a which specifies a substantial luminescence area, and the actuator section body 30 to plate member 32a.

[0114] In addition, the contact to the displacement transfer section 32 and the photoconductive corrugated plate 12 means that the displacement transfer section 32 and the photoconductive corrugated plate 12 are located in the distance below the wavelength of light 10 (light 10 introduced into the photoconductive corrugated plate 12).

[0115] Moreover, it is desirable to cover places other than plate member 32a in contact with the photoconductive corrugated plate 12 by the black matrix formed by the metal membrane and the film containing carbon black, black colors, and the charge of black oxide finish. If metal membranes, such as Cr, aluminum, nickel, and Ag, are used as a black matrix, since the absorption of light is small, attenuation of the light which spreads the photoconductive corrugated plate 12, and dispersion can be controlled, and it will be used especially preferably. Moreover, if the film containing carbon black, black colors, and the charge of black oxide finish is used as a black matrix, absorption-of-light nature can be good and can raise contrast.

[0116] Next, when electrical-potential-difference impression of a between [electrode 28a of the pair of the actuator section 14 and 28b] is stopped and it considers as electrical-potential-difference unloaded condition, the condition of Point B does not return completely but the actuator section 14 will be in the condition (condition of Point H) of having displaced to the one direction more slightly than Point B from the relation of a hysteresis characteristic, although it is going to return from the condition of a convex to the original condition (condition of Point B). In this condition, the displacement transfer section 32 and the photoconductive corrugated plate 12 will have been in the isolated condition, i.e., a quenching condition.

[0117] Next, when negative side peak voltage (-60V) is impressed between electrode 28a of the pair of the actuator section 14, and 28b, as shown in Point A, the configuration maintenance layer 26 will be shrunken. The variation rate to few one directions in said electrical-potential-difference unloaded condition will be negated by this, and it will restore to the original condition completely by it.

[0118] And as shown also in drawing 7 and the property Fig. of drawing 8, after impressing forward side peak voltage (+180V) and considering as a luminescence condition between electrode 28a of said pair, and 28b, even if it reduces applied voltage even to +20V-+100V, said luminescence condition is maintained by the memory action (hysteresis characteristic) of the configuration maintenance layer 26. This memory action is the same also in the state of quenching, and after impressing 0V or negative side peak voltage (-60V) and considering as a quenching condition between electrode 28a of a pair, and 28b, even if it raises applied voltage even to +20V-+100V, said quenching condition is maintained by the memory action (hysteresis characteristic) of the configuration maintenance layer 26.

[0119] That is, the actuator section 14 which has the configuration maintenance layer 26 can be defined in the same voltage level as the actuator section 14 which has two thru/or a displacement condition beyond it at least.

[0120] The description by the actuator section 14 which has said configuration maintenance layer 26 is as follows.

(1) Since the threshold property from a quenching condition to a luminescence condition becomes steep as compared with the case where the configuration maintenance layer 26 does not exist, deflection width of face of an electrical potential difference can be narrowed, and the burden by the side of a circuit can be mitigated.

(2) The difference of a luminescence condition and a quenching condition becomes clear, and leads to improvement in contrast.

(3) Dispersion in a threshold becomes small and allowances are born to the setting range of an electrical potential difference.

[0121] In addition, it is desirable that it is the actuator section 14 (what contacts with the electrical-potential-difference no-load at the time of an isolation condition and electrical-potential-difference impression) displaced upward from the ease of control, for example as the actuator section 14. It is desirable that it is the structure which has the electrodes 28a and 28b of a pair in a front face especially.

[0122] The driving gear 200 concerning the gestalt of this operation is explained referring to explanation of a driving gear, next drawing 9. Much actuator sections 14 this driving gear 200 The shape of a matrix, Or the low signal SR is alternatively supplied to the perpendicular selection line 40 (it connects with low electrode 28a in the actuator section 14 for every line at series) in the mechanical component 16 arranged alternately. The low electrode drive circuit 202 which makes sequential selection of the actuator section 14 per one line, Data signal SD is outputted to the signal line 42 of said mechanical component 16 at parallel. The column electrode drive circuit 204 which supplies data signal SD to column electrode 28b of each actuator section 14 of the line (selection line) chosen in the low electrode drive circuit 202, respectively, It has the signal-control circuit 206 which controls the low electrode drive circuit 202 and the column electrode drive circuit 204 based on the video signal Sv and synchronizing signal Ss which are inputted, and is constituted.

[0123] In the low electrode drive circuit 202, the logic supply voltage for the logical operation in an internal logical circuit (for example, **5V), It is supplied through the power circuit which the low side [three kinds] supply voltage (for example, -100V, -20V, and +60V) for generating the low signal SR does not illustrate. In the column electrode drive circuit 204 It is supplied through the power circuit which said logic supply voltage and the column side [two kinds] supply voltage (for example, 80V, 0V) for generating data signal SD do not illustrate.

[0124] Here, -100V are used as peak voltage of the selection pulse Ps mentioned later among low side [three kinds] supply voltage, -20V are used as peak voltage of the non-selection signal Su, and 60V are used as peak voltage of a reset pulse Pr. Moreover, 80V are used as peak voltage of ON signal mentioned later among column side [two kinds] supply voltage, and 0V are used as peak voltage of an OFF signal.

[0125] The signal-control circuit 206 has a timing controller, a frame memory, and an I/O buffer in the interior, and it is constituted so that gradation control of these low electrode drive circuit 202 and the column electrode drive circuit 204 may be carried out by the time amount modulation technique through the column side control line 210 which leads to the low side control-line 208 list which leads to the low lateral electrode drive circuit 202 in the column lateral electrode drive circuit 204.

[0126] As for said low electrode drive circuit 202 and the column electrode drive circuit 204, it is desirable that it is characterized by the following point.

(1) Since the actuator section 14 serves as a capacitive load, it is desirable for the division ratio which joins a capacitive load at the time of impression termination of the electrical potential difference (ON state voltage) to which the crookedness variation rate of the actuator section 14 is carried out, taking to drive this capacitive load into consideration to be 50% or more.

(2) In order to obtain the amount of displacement of the actuator section 14 which can express the luminescence condition and quenching condition of a pixel, it is desirable for the voltage output beyond 20V to be possible.

(3) Take that the sense of the output current is taken bidirectionally into consideration.

(4) It is desirable that the load of 2 electrode structures of a line writing direction and the direction of a train shall be driven.

[0127] The modification of a display, next some modifications of Display D are explained referring to drawing 10 - drawing 28 . In addition, a same sign is attached about drawing 1 and a corresponding thing, and the duplication explanation is omitted.

[0128] First, although it has the almost same configuration as the display D shown in drawing 1 as the display Da concerning the 1st modification is shown in drawing 10 As it is indicated in drawing 11 as the point that up electrode 28a is formed in the top face of the configuration maintenance layer 26, and lower electrode 28b is formed in the inferior surface of tongue of the configuration maintenance layer 26 It differs in that TFT60 for switching (thin film transistor) is formed near each actuator section 14 on the actuator substrate 18 (refer to drawing 10). In this case, up electrode 28a of each actuator section 14 is electrically connected to the source / drain field 62 of corresponding TFT60 through contact 64.

[0129] Moreover, as shown in drawing 11 , each of flat-surface configurations (refer to continuous line) of up electrode 28a, flat-surface configurations (refer to alternate long and short dash line) of the configuration maintenance layer 26, and periphery configurations (refer to broken line) of lower electrode 28b is made into the shape of a rectangle, in this case, the magnitude of up electrode 28a is the largest, and subsequently is made into the flat-surface configuration of the configuration maintenance layer 26, and the flat-surface configuration of lower electrode 28b is set up smallest.

[0130] Moreover, as shown in drawing 11 and drawing 12 , each perpendicular selection line 40 is electrically connected to the gate electrode of TFT60 formed corresponding to each pixel (actuator section 14) through contact 66, and each signal line 42 is electrically connected to the source / drain field 68 of TFT60 formed corresponding to each pixel 14 through contact 70.

[0131] In addition, it is placed between the parts which each perpendicular selection line 40 and each signal line 42 intersect by the insulator layer 72 which consists of silicon oxide, glass membrane, resin film, etc. in order to take the insulation between the mutual wiring 40 and 42.

[0132] Lower electrode 28b in each actuator section 14 is drawn through the through hole 74 formed in the actuator substrate 18 at the tooth-back side of the actuator substrate 18, and is electrically connected to the grounding conductor 76 (refer to drawing 10) formed in the tooth back of this actuator substrate 18.

[0133] Therefore, when one line is chosen in said low electrode drive circuit 202, the data signal supplied through the column electrode drive circuit 204 will be supplied to up electrode 28a of the actuator section 14 through the channel field of TFT60 by this by TFT60 about the selection line concerned serving as ON altogether.

[0134] In the display Da concerning this 1st modification Since TFT60 which is a switching element for carrying out on-off control of the electrical-potential-difference impression to each actuator section 14 was formed corresponding to each actuator section 14 By turning OFF TFT60 corresponding to the actuator section 14 about a non-choosing line It becomes unnecessary to be able to prevent supply of the data signal (operating voltage and reset electrical potential difference) to a non-choosing line, and to make the pixel (actuator section) 14 about a non-choosing line drive, and reduction-ization of power consumption can be attained effectively.

[0135] Moreover, since supply (impression of operating voltage or a reset electrical potential difference) of the data signal over the actuator section 14 will be maintained even if TFT60 becomes off, the actuator section 14 concerned will continue holding the amount of displacement more than fixed, and the ON state or OFF state of the pixel concerned will be maintained.

[0136] Thus, the actuator section 14 about a non-choosing line is maintained as an open condition, while it had charged, and since fixed time amount maintenance of the amount of displacement given at the time of line selection can be carried out in the state of no signal impressing, pixel luminescence of a non-selection period of it is attained. For this reason, high brightness-ization can be realized.

[0137] Moreover, on the display Da concerning this 1st modification, it is on the actuator substrate 18, and since TFT60 was formed near each actuator section 14, respectively, it becomes unnecessary to form the large-scale circuit pattern on the actuator substrate 18, and simplification of wiring can be attained.

[0138] Although the actuator section 14, TFT60, the perpendicular selection line 40, and a signal line 42 are

formed on the actuator substrate 18 and the grounding conductor 76 was formed in the tooth-back side of the actuator substrate 18 in the display Da concerning this 1st modification. In addition, the actuator section 14 and a grounding conductor 74 are formed on the actuator substrate 18, and you may make it form TFT60, the perpendicular selection line 40, and a signal line 42 in the tooth-back side of the actuator substrate 18. [0139] Moreover, although up electrode 28a and lower electrode 28b were formed in the top face and inferior surface of tongue of the configuration maintenance layer 26, the direct configuration maintenance layer 26 is formed on the oscillating section 22, and you may make it form the electrode 28 of a pair in the top face of this configuration maintenance layer 26 in the display Da concerning this 1st modification, as shown in drawing 1.

[0140] In this case, as are shown in drawing 13 A, and the electrodes 28a and 28b of a pair should arrange alternately, and carry out, and you may be tooth form-like and it is shown in drawing 13 B, the electrodes 28a and 28b of a pair are mutually good also as a curled form estranged mutually in parallel. Moreover, as shown in drawing 14, the electrodes 28a and 28b of a pair may be the configurations (multi-branch configuration) which were estranged mutually and arranged by the complementary. a switching element (not shown) forms in the rear face of the actuator substrate 18 (refer to drawing 1) in this drawing 14 -- having -- one electrode 28a -- junction -- the example electrically connected to said switching element through the conductor 78 and the through hole 74 is shown.

[0141] by the way -- the displays D and Da shown in drawing 1 and drawing 10 -- a variation rate -- the variation rate in the transfer section 32 -- the displays Db and Dc which relate to the 2nd and 3rd modifications shown in drawing 15 and drawing 16 although the example which formed transfer member 32b in the whole surface in the shape of a film was shown -- like -- said variation rate -- it dissociates per pixel and you may make it form the transfer section 32. In this case, it is desirable to make it the structure where plate member 32a and displacement transfer member 32b were made to unify, as a configuration of the displacement transfer section 32. Moreover, in these modifications, it is made to carry out the laminating of a color filter 100 and the clear layer 102 on the displacement transfer section 32.

[0142] By this, lightweight-ization of the displacement transfer section 32 can be attained, improvement in the speed of response in each actuator section 14 can be aimed at, and moreover, since it is hard to be influenced of a drive (variation rate) by the circumference pixel, contrast can be raised more.

[0143] And he is trying for the display Db concerning the 2nd modification to adjust the gap between the upper clear layer 102 and the photoconductive corrugated plate 12 in this black matrix layer 106 by fixing the photoconductive corrugated plate 12 and the actuator substrate 18 by the crosspiece 104, and forming the black matrix layer 106 between the tip of a crosspiece 104, and the photoconductive corrugated plate 12, as shown in drawing 15. This has the effectiveness that the gap of the whole pixel can be equalized further.

[0144] Here, as for the quality of the material of said crosspiece 104, what is not transformed to heat and a pressure is desirable. Moreover, when the location of the top face of a clear layer 102 and the top face (field in contact with the black matrix layer 106) of a crosspiece 104 is arranged, there is an advantage of being easy to adjust said gap. As an approach of realizing this, after forming a clear layer 102, the approach of forming a crosspiece 104 in coincidence and a clear layer 102, and a crosspiece 104 using a flat glass side, there is a method of grinding and performing figuring etc., for example.

[0145] On the other hand, the display Dc concerning the 3rd modification is characteristic at the point which forms the light reflex layer 108 in the actuator substrate 18 side of the displacement transfer section 32, as shown in drawing 16. Since there is a possibility that between electrode 28a of the pair in the actuator section 14 and 28b may connect too hastily when forming the light reflex layer 108 directly under the displacement transfer section 32 and the light reflex layer 108 is constituted from conductive layers, such as a metal, as shown in drawing, it is desirable to form an insulating layer 110 between said light reflex layers 108 and actuator sections 14.

[0146] usually, a part of light 10 -- a variation rate -- a part of light 10 introduced by the photoconductive corrugated plate 12 when the transfer section 32 was penetrated, and the content of the ceramic powder in organic resin was low as this quality of the material with the thin thickness of the transfer section 32 for example, a variation rate -- -- a variation rate -- it penetrates to the actuator substrate 18 side through the transfer section 32, and there is a possibility that brightness may fall.

[0147] however, it mentioned above in the display Dc concerning this 3rd modification -- as -- a variation

rate -- since he is trying to form the light reflex layer 110 in the actuator substrate 18 side of the transfer section 32 -- said variation rate -- the light 10 (an optical path b shows) which penetrates the transfer section 32 can be reflected in the photoconductive corrugated plate 12 side, and it becomes possible to aim at improvement in brightness.

[0148] It is more more effective to form the light reflex layer 108 like the display Dc which relates to this 3rd modification rather than the permeability of light 10 is in the displacement transfer section 32 and the absorptivity of light 10 also thickens thickness of the displacement transfer section 32 especially for the improvement in brightness in a certain case.

[0149] By the way, the coloring layer of the color filter 100 grade which constitutes the displacement transfer section 32 is a layer used in order to take out only the light of a specific wavelength field, for example, there are a thing made to color by absorbed, penetrated and reflecting and scattering the light of specific wavelength, a thing which transforms the light which carried out incidence to the thing of another wavelength. the transparent body, the translucent body, and the opaque body -- independence -- or it can combine and use.

[0150] A configuration makes powder, such as what distributed and dissolved coloring matter and fluorescent substances, such as a color, a pigment, and ion, in the interior, such as rubber, organic resin, translucent ceramics, glass, and a liquid, a thing applied to those front faces, further above-mentioned coloring matter, and a fluorescent substance, sinter, or is pressed and has a briquette etc. About the quality of the material and structure, these may be used independently and you may use combining these.

[0151] As a film forming method of said coloring layer, there is especially no limit and it can apply various kinds of well-known film forming methods. For example, the others [method / film sticking] which stick the coloring layer of the shape of the shape of a chip, and a film directly on the field of the photoconductive corrugated plate 12 or the actuator section 14, The powder used as the raw material of a coloring layer, a paste, a liquid, a gas, ion, etc. are screen-stenciled. Membranes are formed by the thin film formation technique, such as the thick-film formation technique, such as the photolithography method, spray dipping, and spreading, and an ion beam, sputtering, vacuum deposition, ion plating, CVD, plating, and there is the approach of forming a coloring layer.

[0152] moreover, said variation rate -- as the transfer section 32 -- the -- it is all -- it is -- you may make it prepare a luminous layer in a part A fluorescent substance layer is mentioned as this luminous layer. Although this fluorescent substance layer has what is excited by invisible light (ultraviolet rays and infrared radiation), and emits light in the light, and the thing which is excited by the light and emits light in the light, any are sufficient as it.

[0153] Moreover, a fluorescent pigment can also be used as said luminous layer. If this fluorescent pigment is used, that by which the fluorescence of wavelength mostly in agreement joins the color of the pigment itself, i.e., a reflected color, has so large a color stimulus, since light is emitted skillfully, it will be more preferably used to a raise in the brightness of a display device or a display, and a general daylight fluorescent pigment will be used preferably.

[0154] Moreover, a photostimulable phosphor, a phosphor, or a light storage pigment is also used as a luminous layer. Any of an organic material and an inorganic material are sufficient as these ingredients.

[0155] And what used independently the luminescent material mentioned above and formed the luminous layer, the thing which formed the luminous layer using the thing which made resin distribute such luminescent material, or the thing which was made to dissolve such luminescent material in resin, and formed the luminous layer is used preferably.

[0156] As afterglow time amount of luminescent material, 1 or less second is desirable and 30 m seconds are more preferably good. Furthermore, below several m second is preferably good.

[0157] and said variation rate -- there is all the transfer section 32 -- it is -- if it has sufficient energy density for excitation as the light source (not shown) including the light of the wavelength which excites said luminous layer when said luminous layer is used as the part, there will be especially no limit. For example, a cold cathode tube, a hot cathode tube, a metal halide lamp, a xenon lamp, the laser containing infrared laser, the black light, a halogen lamp, an incandescent lamp, a deuterium discharge lamp, a fluorescent lamp, a mercury lamp, a tritium lamp, light emitting diode, the plasma light source, etc. are used.

[0158] Next, insertion connection of the varistor 120 is made between column electrode 28b of the actuator

section 14, and a signal line 42, the common perpendicular selection line 40 is connected to the pixel group of one line, and the displays Dd concerning the 4th modification differ in that the signal line 42 is formed at the tooth back side of the actuator substrate 18, as shown in drawing 17.

[0159] As shown in drawing 18, it is drawn from low electrode 28a about the pixel of the front row, connects with low electrode 28a about the pixel concerned, and the perpendicular selection line 40 serves as a form wired by series about one line. Moreover, column electrode 28b and a signal line 42 are electrically connected through the through hole 122 formed in the substrate 18.

[0160] According to change of applied voltage, resistance is the resistance element which changes nonlinearly, for example, a varistor 120 consists of a SiC varistor, a pnp varistor of Si, or a varistor that made ZnO the subject, and when a both-ends electrical potential difference becomes high, it has the negative characteristic to which resistance decreases.

[0161] crookedness of the actuator section in the display which relates to this 4th modification at drawing 19 and drawing 20 -- a variation rate -- a property and a charge-applied-voltage property are shown. In drawing 19 and drawing 20, the applied voltage shown in each axis of abscissa shows not the electrical potential difference directly impressed to the electrodes 28a and 28b of the pair of the actuator section 14 concerned but the electrical potential difference between the perpendicular selection line 40 and a signal line 42.

[0162] If actuation of the display Dd concerning the 4th modification is explained briefly here First, when [for example,] this pixel was chosen and the electrical potential difference between the perpendicular selection line 40 and signal line 42 (applied voltage) is set to the highest level V1 about the pixel of an one-line one train, A varistor 120 will be in an ON state and the resistance at that time will become very small (resistance of the varistor 120 in an ON state is hereafter described as on resistance). Therefore, the time constant by the electrostatic capacity of this on resistance and a varistor 120 also becomes small, and the response to change of said applied voltage becomes quick. By this, the electrical potential difference impressed to the actuator section 14 will start to the regular high voltage (for example, 180V) steeply, and the amount Q of charges will increase it steeply. Consequently, light will be emitted said pixel being used as an ON state, and the amount Q of charges at this time serves as the maximum level from the crookedness displacement property of drawing 19.

[0163] When the pixel concerned changes into the condition of not choosing and the electrical potential difference between the perpendicular selection line 40 and signal line 42 (applied voltage) is set to middle level (V2-V3), a varistor 120 will be in an OFF state and the resistance at that time will become very large (resistance of the varistor 120 in an OFF state is hereafter described as off resistance). Therefore, the time constant by the electrostatic capacity of this off resistance and a varistor 120 also becomes large, and the response to said applied voltage becomes slow. Since the electrical potential difference impressed to the actuator section 14 will be in the condition of having maintained mostly the voltage level (180V) impressed at the time of selection, by this, the amount Q of charges maintains the maximum level mostly, and luminescence by this pixel is maintained.

[0164] When the pixel concerned is reset and the electrical potential difference between the perpendicular selection line 40 and signal line 42 (applied voltage) is set to the lowest level V4, a varistor 120 will be in an ON state again, and the on resistance at that time will become very small. thereby, the electrical potential difference impressed to the actuator section 14 falls to a regular low battery (for example, -60V) steeply --
 ***** -- crookedness of drawing 19 -- a variation rate -- it will be quenched from a property, said pixel being used as an OFF state. The amount Q of charges at this time serves as the minimum level.

[0165] Then, when the pixel concerned changes into the condition of not choosing and the electrical potential difference between the perpendicular selection line 40 and a signal line 42 (applied voltage) is set to middle level (V2-V3), since a varistor 120 will be in an OFF state again and the resistance at that time will become very large, the time constant by the electrostatic capacity of this off resistance and a varistor 120 also becomes large, and the response to said applied voltage becomes slow. Since the electrical potential difference impressed to the actuator section 14 will be in the condition of having maintained mostly the voltage level (-60V) impressed at the time of reset, by this, quenching in this pixel is maintained.

[0166] In the display Dd concerning this 4th modification So that the electrical-potential-difference-

crookedness displacement property of drawing 19 and the charge-applied-voltage property of drawing 20 may also show It crosses from the high-voltage level V1 in the time of selection by the middle level (V2-V3) in the time of un-choosing. There is almost no change in the amount of displacement, and the amount Q of charges, an almost flat property is shown, it crosses by the middle level in the time of un-choosing from the low-battery level in the time of reset, there is almost no change in the amount of displacement, and the amount of charges, and the almost flat property is shown.

[0167] That is, in the display Dd concerning the 4th modification, when making it operate as the actuator section 14, it has the very good hysteresis characteristic and has the memory effect as nearly perfect configuration maintenance.

[0168] thus, since it has a memory operation of the applied voltage to the actuator section 14 in varistor 120 the very thing, the display Dd concerning the 4th modification is show in drawing 21 as a component of the configuration maintenance layer 26 in the actuator section 14 -- as -- crookedness -- a variation rate -- it also becomes possible to use the ingredient which does not have a hysteresis in a property, and it can expand the width of face of selection of an ingredient.

[0169] Although the actuator section 14, a varistor 120, and the perpendicular selection line 40 are formed on the actuator substrate 18 and the signal line 42 was formed in the tooth-back side of the actuator substrate 18 in the display Dd concerning this 4th modification In addition, the actuator section 14 and the perpendicular selection line 40 are formed on the actuator substrate 18, and you may make it form a varistor 120 and a signal line 42 in the tooth-back side of the actuator substrate 18, as shown in drawing 22 A and drawing 22 B.

[0170] In this case, as shown in drawing 23 , the varistor substrate 304 with which electrodes 300 and 302 were formed in both sides other than the actuator substrate 18 with which much actuator sections 14 (not shown) were formed in one principal plane is prepared. Many through holes 74 (refer to drawing 1) connected with other principal planes from one principal plane of the actuator substrate 18 are formed corresponding to each actuator section 14, and the electrode pad 306 is formed in the other principal plane side of the actuator substrate 18 in this through hole 74. That is, these electrode pad 306 will be formed in the location corresponding to the actuator section 14 prepared in one principal plane.

[0171] On the other hand, as the varistor substrate 304 is shown in drawing 23 , when sticking on the rear face of the actuator substrate 18, electrodes 300 and 302 are formed in the location corresponding to each actuator section 14 (correctly each electrode pad 306), respectively. It will function as a varistor 120 corresponding to each actuator section 14 with the substrate ingredient which exists between the electrodes 300 and 302 of these both sides, these electrodes 300, and 302.

[0172] And a signal line 42 will be constituted by connecting the electrode 302 and 302 comrades which were formed in the rear face (it is the field of the opposite side in the actuator substrate 18) of the varistor substrate 304. The electrode 308 (for example, ejection electrode of the perpendicular selection line 40) which does not need varistor ability is electrically connected to the electrode pad 312 for gate line ejection formed in the other principal planes of the actuator substrate 18 using the through hole 310.

[0173] The lamination of these actuator substrate 18 and the varistor substrate 304 doubles mutually the other principal planes (field in which many electrode pads 306 were formed) of the actuator substrate 18, and one principal plane of the varistor substrate 304, and sticks the electrode pad 306 in the actuator substrate 18, and the electrode 300 in the varistor substrate 304 with solder, conductive resin, etc. One electrode (for example, column electrode 28b) and signal line 42 of the actuator section 14 will be electrically connected through a varistor 120 by this lamination.

[0174] Here, the thickness of the varistor substrate 304 is determined from the voltage at reference current demanded, and the electrode surface product of a varistor 120 is determined from the electrostatic capacity and current capacity which are demanded.

[0175] Moreover, as an approach of reducing the leakage current between the electrode 302 which approaches in the other principal planes of between the electrodes 300,300 which approach in one principal plane of the varistor substrate 304, or the varistor substrate 304, and 302, and raising the degree of freedom about arrangement of these electrodes 300 and 302, the two following approaches can be considered, for example.

(1) Cut a slot between the electrode 302 close to the list between the approaching electrodes 300,300, and

302. In this case, the distance between an electrode 302 and 302 increases substantially in the list between electrodes 300,300, and voltage at reference current becomes high.

(2) Make fine particle size of the component of the varistor substrate 304, and make thickness of the varistor substrate 304 thin. In this case, the voltage at reference current between an electrode 302 and 302 becomes high at the list between the electrodes 300,300 which approach while maintaining the voltage at reference current between a counterelectrode 300 and 302.

[0176] Thus, since the varistor substrate 304 for constituting a varistor 120 is prepared independently [the actuator substrate 18] and this varistor substrate 304 was stuck on the actuator substrate 18, while the wiring structure for connecting a varistor 120 between each actuator section 14 and a signal line 42 becomes very easy and being able to miniaturize the size of Display Dd, it becomes very advantageous by improvement in the yield of Display Dd, cheap-ization of a manufacturing cost, etc.

[0177] Moreover, although up electrode 28a and lower electrode 28b were formed in the top face and inferior surface of tongue of the configuration maintenance layer 26, the direct configuration maintenance layer 26 is formed on the oscillating section 22, and you may make it form the electrode 28 of a pair in the top face of this configuration maintenance layer 26 in the display Dd concerning this 4th modification.

[0178] In this case, as are shown in drawing 24 A, and the electrodes 28a and 28b of a pair should arrange alternately, and carry out, and you may be tooth form-like and it is shown in drawing 24 B, the electrodes 28a and 28b of a pair may be the curled forms estranged mutually in parallel. Moreover, it is good considering the electrodes 28a and 28b of a pair as well as the case where it is shown in drawing 14 , as a multi-branch configuration. A varistor 120 can be formed in the principal plane of the actuator substrate 18 (refer to drawing 1), and a rear face like the display Dd which relates to the 4th modification also in this case. a varistor (not shown) forms in the rear face of the actuator substrate 18 with the configuration in alignment with drawing 14 -- having -- one electrode 28a -- junction -- it considered as the gestalt electrically connected to said varistor through a conductor 78 and a through hole 74.

[0179] Next, the display De concerning the 5th modification is explained, referring to drawing 25 - drawing 28 . In addition, a same sign is attached about the display D concerning the gestalt of this operation, and a corresponding thing, and the duplication explanation is omitted.

[0180] Although it has the almost same configuration as the display D concerning the gestalt of this operation fundamentally as the display De concerning the gestalt of this 5th operation is show in drawing 25 , it differs in that insertion connection of the piezo-electric relay 400 is make between up electrode 28a of the actuator section 14 , and a grounding conductor 76 , and it differs with the display D also structurally apply to the gestalt of this operation from the relation which forms this piezo-electric relay 400 .

[0181] If it explains concretely, as shown in drawing 26 and drawing 27 , the piezo-electric relay 400 will be arranged in the location where the display De concerning this 5th modification adjoined each actuator section 14 of the actuator substrate 18, respectively. The dead air space 402 for constituting the piezo-electric relay 400 other than the dead air space 20 for constituting said actuator section 14 is established in the interior of the actuator substrate 18. This dead air space 402 is also opened for free passage with the exterior through the small through tube (not shown) of the path prepared in the tooth-back side of the actuator substrate 18.

[0182] Therefore, the part in which said dead air space 402 is formed among said actuator substrates 18 also in this case is used as thin meat, and is made heavy-gage [the other part]. The part of thin meat serves as the structure of being easy to receive vibration to external force, functions as the oscillating section 404 for a piezo-electric relay, and functions as a fixed part 406 for a piezo-electric relay which supports said oscillating section 404, being used as parts other than dead-air-space 402 being heavy-gage.

[0183] The configuration maintenance layers 408 formed on this oscillating section 404 besides said oscillating section 404 and fixed part 406 so that each piezo-electric relay 400 might be illustrated, such as piezo-electricity/electrostriction layer, and an antiferroelectric crystal layer, Lower electrode 28b formed in the inferior surface of tongue of this configuration maintenance layer 408, and the bipolar electrode 410 (electrode connected with the perpendicular selection line 40) formed in the top face of said configuration maintenance layer 408, The body 414 of a relay which has the insulating layer 412 formed on this bipolar electrode 410, and up electrode 28a formed on this insulating layer 412, It has the black matrix layer 416 prepared in the location corresponding to each piezo-electric relay 400 among the fields by the side of the

mechanical component in the photoconductive corrugated plate 12, and said piezo-electric relay 400 of this black matrix layer 416 and the earth electrode 418 formed in the field which counters, and is constituted. As a black matrix layer 416, it is desirable to use metal membranes, such as Cr, aluminum, nickel, and Ag, for example. It is because the absorption of light is small, so attenuation of the light which spreads the photoconductive corrugated plate 12, and dispersion can be controlled. Moreover, for the improvement in contrast, the film containing carbon black, black colors, and the charge of black oxide finish is also used preferably. Although this example shows the example in which the black matrix layer 416 was formed, a transparent electrode may be used as an earth electrode 418, without forming said black matrix layer 416. [0184] Lower electrode 28b is made common among said various electrodes with lower electrode (electrode connected with signal line 42) 28b of the actuator section 14, and up electrode 28a is made common with up electrode 28a of the actuator section 14.

[0185] In the display De concerning this 5th modification, the perpendicular selection line 40 concerned is chosen by impressing a selection signal (for example, forward high-level potential) as opposed to one perpendicular selection line 40.

[0186] Also in the display De concerning this 5th modification, it becomes unnecessary to be able to prevent supply of the data signal to a non-choosing line, and to make the pixel (actuator section) 14 about a non-choosing line drive like the display D concerning the gestalt of this operation, and reduction-ization of power consumption can be attained effectively. Moreover, since pixel luminescence of the non-selection period T_u is attained, high brightness-ization can be realized. Moreover, it becomes unnecessary to form the large-scale circuit pattern on the actuator substrate 18, and simplification of wiring can be attained.

[0187] Although the actuator section 14, the piezo-electric relay 400, and the earth electrode 418 were formed on the actuator substrate 18, the actuator section 14 is formed on the actuator substrate 18, and you may make it form the piezo-electric relay 400 and an earth electrode 418 in the tooth-back side of the actuator substrate 18 in the display De concerning this 5th modification, as shown in drawing 28.

[0188] For example, as shown in drawing 28, the dead air space 402 for constituting the piezo-electric relay 400 down the dead air space 20 for constituting the actuator section 14 among the actuator substrates 18 is formed, and it can attain by forming the body 414 of a relay down this dead air space 402.

[0189] In this case, since a signal line 42 cannot be communalized, the tooth-back side of the actuator substrate 18 is newly wired in the perpendicular selection line 420 only for switching. Moreover, what is necessary is to wire through the through hole 422 in which up electrode 28a formed on the piezo-electric relay 400 was prepared by the actuator substrate 18 from the actuator section 14, and just to form the earth electrode 418 alternatively contacted with up electrode 28a in the printed-circuit board 424 arranged under the actuator substrate 18.

[0190] In addition, it is the same as that of display Da-Dd which starts the 1st - the 4th modification at the display D list concerning the gestalt of this operation which may form Electrodes 28a and 28b on the configuration maintenance layer 26, and may be formed in a sinking comb configuration, a curled form, or a multi-branch configuration as an electrode of a pair.

[0191] explanation of the gradation control by the time amount modulation technique -- here explains the gradation control by the time amount modulation technique, referring to drawing 29 - drawing 41. First, as shown in drawing 29, when one division period at the time of making the display period of the image of one sheet into the 1 field, and carrying out the division-into-equal-parts rate of this 1 field to plurality is made into a subfield, a display cycle T_d is set up for every subfield. For example, the maximum gradation level at the time of carrying out the division-into-equal-parts rate of the 1 field to seven is set to 8.

[0192] And timing control of the low electrode drive circuit 202 is carried out by the signal-control circuit 206 so that all line selections may be ended in each subfield. therefore, the time amount (selection period) which chooses one line in the low electrode drive circuit 202 is regulated by the time amount width of face obtained by doing the division of the time amount width of face of one subfield by the line count of a mechanical component 16 -- having -- this time amount width of face -- or time amount width of face shorter than this time amount width of face is chosen. Preferably, $1/m$ (the real number of the arbitration of 1-5, preferably $[m]$ real number of 1-3) of said time amount width of face is chosen.

[0193] And the driving gear 200 concerning the gestalt of this operation is controlled in the signal-control circuit 206 according to the gradation level of the pixel chosen into said 1 field to determine the variable-

length luminescence maintenance period by selection / condition of not choosing of the pixel concerned as the luminescence initiation timing.

[0194] It explains referring to drawing 30 A - drawing 41 about the example of the gradation control concerning the gestalt of this operation hereafter. In addition, in order to avoid complication of a drawing, the example of drawing 30 A - drawing 41 divides the 1 field into seven subfields SF1-SF7, and shows the format simplified at the time of setting a line count to 4.

[0195] The 1st example [1st] of an example is a method which assigns the display cycle Td of the number according to one selection period S and maximum gradation level in 1 field, as shown in drawing 30 A. In this case, a display cycle Td consists of a non-selection period U and a reset period R.

[0196] Fundamentally, the non-selection period U is used in order to choose all lines other than the line of the pixel concerned through the low electrode drive circuit 202, and it is set as non-selection period $U \geq$ selection period Sx (line count - 1). It is used in order that the reset period R may choose the line of the pixel concerned like said selection period S, and time amount almost equivalent to a selection period S is set up.

[0197] Furthermore, as shown in drawing 30 B, through the low electrode drive circuit 202, the selection pulse Ps is outputted to said selection period S, the non-selection signal Su is outputted to the non-selection period U in a display cycle Td, and a reset pulse Pr is outputted to the reset period R.

[0198] Control in the signal-control circuit 206 to the column electrode drive circuit 204 is controlled so that ON signal is outputted in a luminescence maintenance period and an OFF signal is outputted in the termination timing of a luminescence maintenance period among periods other than a luminescence maintenance period at least.

[0199] The gradation level of the pixel concerned about the pixel of an one-line one train for example, when it is 5, [for example,] Synchronizing with each reset period R in the 4th display cycle Td4, ON signal is outputted to a selection period S list from the 1st display cycle Td1. It controls so that an OFF signal is outputted from the 5th display cycle Td5 synchronizing with the reset period R in the first display cycle [5th] Td5 which shows termination of a luminescence maintenance period at least among each reset period R in the 7th display cycle Td7. As a signal made to output to each reset period R in the 6th and 7th remaining display cycles Td6 and Td7, either ON signal or an OFF signal may be used. This 1st example shows the example to which the OFF signal was made to output.

[0200] As shown in drawing 30 C, similarly the gradation level of this pixel about the pixel of a two-line one train for example, when it is 3 Synchronizing with each reset period R in the 1st and 2nd display cycles Td1 and Td2, ON signal is outputted to a selection period S list. It controls so that an OFF signal is outputted from the 3rd display cycle Td3 synchronizing with the reset period R in the first display cycle [3rd] Td3 which shows termination of a luminescence maintenance period at least among each reset period R in the 7th display cycle Td7. As a signal made to output to each reset period R in the 4th remaining - the 7th display cycle Td4-Td7, either ON signal or an OFF signal may be used. The gestalt of this operation shows the example to which the OFF signal was made to output.

[0201] When it looks at by change of an electrical potential difference concretely, first about the pixel of an one-line one train Since the selection pulse Ps whose peak voltage is -100V is outputted in a selection period S and ON signal of peak voltage 80V is supplied to the signal line 42 at this time, as shown in drawing 30 B, $80 - (-100) \text{ V} = 180 \text{ V}$ are impressed to the actuator section 14 -- ***** -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- the actuator section 14 will be displaced from a property to an one direction to Point E. Namely, the pixel concerned will be in a luminescence condition.

[0202] In the non-selection period U in the 1st subsequent display cycle Td1, the non-selection signal Su of peak voltage -20V is outputted. In this period, the line after the 2nd line will be chosen through the low electrode drive circuit 202, and ON signal or an OFF signal will be supplied to the signal line 42 of eye one train at random. That is, $80 - (-20) \text{ V} = 100 \text{ V}$ or $0 - (-20) \text{ V} = 20 \text{ V}$ will be impressed to the actuator section 14 of an one-line one train.

[0203] therefore, the actuator section 14 concerned -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- a property also shows -- as -- crookedness of Point F or Point G -- a variation rate -- becoming -- the variation rate of the beginning [section / 14 / actuator] -- a condition will be maintained mostly. That is, the luminescence condition of the pixel concerned is maintained.

[0204] In the reset period R in the 1st display cycle Td1, the reset pulse Pr of peak voltage 60V is outputted.

Since ON signal is supplied to the signal line 42 of eye one train at this time, $80-60V=20V$ will be impressed to the actuator section 14, and the luminescence condition of the pixel concerned is maintained. [0205] Actuation by this 1st display cycle Td1 is performed similarly till the non-selection period U in the 5th display cycle Td5. An OFF signal is supplied to eye one train after the reset period R in the 5th following display cycle Td5. This sets at the reset period R of the 5th display cycle Td5. Since the reset pulse Pr of peak voltage 60V is outputted and the OFF signal of peak voltage 0V is supplied to the signal line 42 at this time, $0-60V=-60V$ are impressed to the actuator section 14 concerned -- ***** -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- the actuator section 14 is restored to Point A (reset), and the pixel concerned will be in a quenching condition from a property.

[0206] The non-selection signal of peak voltage-20V is outputted in the non-selection period U in the 6th subsequent display cycle Td6. In this period, the line after the 2nd line will be chosen through the low electrode drive circuit 202, ON signal or an OFF signal will be supplied to the signal line of eye one train at random, and $80-(-20)V=100V$ or $0-(-20)V=20V$ will be impressed to the actuator section 14 of an one-line one train.

[0207] therefore, the actuator section 14 concerned -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- a property also shows -- as -- the variation rate of Point C or Point D -- it will be in a condition and the quenching condition of the pixel concerned will be maintained.

[0208] In the reset period R in the 6th display cycle Td6, the reset pulse Pr of peak voltage 60V is outputted. Since the OFF signal is supplied to the signal line 42 of eye one train at this time, $0-60V=-60V$ will be impressed to the actuator section 14, and the quenching condition of the pixel concerned is maintained. Actuation by this 6th display cycle Td6 is similarly performed in the 7th display cycle Td7.

[0209] Thus, in the pixel of the one-line one train whose gradation level is 5, the initiation time of the reset period R in the 5th display cycle Td5 is made into a luminescence condition from the head of the 1 field, and it considers as a quenching condition from the initiation point in time of the reset period R in the 5th display cycle Td5 to the termination of the 1 field.

[0210] Similarly, as the pixel of the two-line one train whose gradation level is 3 is shown in drawing 30 C, the initiation time of the reset period R in the 3rd display cycle Td3 is made into a luminescence condition from the head of the 1 field, and it considers as a quenching condition from the initiation point in time of the reset period R in the 3rd display cycle Td3 to the termination of the 1 field.

[0211] As shown in drawing 30 A, when the case where a selection period S is assigned to the head of the 1 field is assumed according to this 1st example, According to the gradation level of the pixel concerned, one display cycle Td or two or more display cycles Td are continuously chosen from the head of the 1 field. ON signal will be outputted synchronizing with the reset period of the display cycle Td chosen as the top selection period S list, and an OFF signal will be outputted synchronizing with each reset period R in the remaining display cycles Td.

[0212] In this case, the cycle of luminescence to the pixel concerned in 1 field and quenching can become only 1 time, the 1 field can be divided into two or more subfields, and power consumption can be effectively reduced compared with the drive method (it adopts with a plasma display etc.) which carries out forcible reset for every subfield.

[0213] Here, one example of an experiment is shown. This example of an experiment measures with a photodiode luminous-intensity change (Ld) scattered about from the pixel concerned in the display D concerning the gestalt of this operation, measuring the applied-voltage wave to the drive method concerning the 1st example, and the actuator section 14 in the example of a comparison (general drive method currently used with the plasma display). The measurement result of the 1st example is shown in drawing 31, and the measurement result of the example of a comparison is shown in drawing 32.

[0214] In the 1st example, as shown in drawing 31, it is based on the output of the selection pulse Ps of a during [the output period of ON signal], and it is the electrical potential difference VH of the shape of a pulse of a high level. It is impressed by the actuator section 14. In a subsequent display cycle, the voltage waveform of 20V and the voltage waveform of 100V are impressed at random, and it is based on the output of the reset pulse Pr in the output period of an OFF signal, and is the electrical potential difference VL of the shape of a pulse of a low. It turns out that it is impressed by the actuator section 14.

[0215] From this, by the 1st example, the power equivalent to the area surrounded by -x- can be managed

with one consumption in 1 field so that the charge-applied-voltage property of drawing 8 may also show. This is the same also at display Da-De concerning the 1st - the 5th modification. In the display Dd which relates to the 4th modification using a varistor 120 especially, the power equivalent to the area surrounded by -x- in the charge-applied-voltage property of drawing 20 can be managed with one consumption in 1 field.

[0216] On the other hand, in the example of a comparison, since applied voltage changes by one display cycle Td from a high level VH (180V) to low VL (-60V) as shown in drawing 32, the power equivalent to the area surrounded by -x- will be consumed by one display cycle Td so that the charge-applied-voltage property of drawing 8 may also show. That is, it turns out that the power equivalent to the area surrounded by -x- in 1 field is consumed by the count of a display cycle Td, and power consumption is large as compared with the 1st example.

[0217] Thus, the power consumption of a panel mold display can be effectively reduced by adopting the 1st example.

[0218] And by the 1st example, since a luminescence condition is maintained over the display cycle chosen according to the gradation level of the pixel concerned, it becomes possible to also realize improvement in brightness. Moreover, the linearity of gradation and brightness becomes good and the highly precise gradation expression of it is attained. Furthermore, the effectiveness of luminescence time amount also becomes high. In the display which relates to the 4th modification especially, on an electrical-potential-difference-displacement property, since it has a good hysteresis characteristic, luminescence brightness can fully be maintained and high brightness-ization of a display image can be realized.

[0219] The method of the gradation control concerning the 2nd example, next 2nd example is explained referring to drawing 33 A - drawing 33 C. Although this 2nd example is the almost same gradation control system as said 1st example (refer to drawing 30 A) as shown in drawing 33 A, it differs in said 1 field the display cycles Td1-Td7 of the number according to the maximum gradation level, the point that one reset period R is assigned, and in that each display cycles Td1-Td7 consist of a selection period S and a non-selection period U.

[0220] And control in the signal-control circuit 206 to the column electrode drive circuit 204 is controlled so that an OFF signal is outputted in periods other than a luminescence maintenance period and ON signal is outputted in the luminescence initiation timing among luminescence maintenance periods at least.

[0221] For example, about the pixel of an one-line one train, when the gradation level of this pixel is 5, as shown in drawing 33 B An OFF signal is outputted synchronizing with each selection period S of the 1st and 2nd display cycles. The inside of each selection period S in the 7th display cycle Td7 from the 3rd display cycle Td3, It controls so that ON signal is outputted synchronizing with the selection period S in the first display cycle [3rd] Td3 which shows luminescence initiation timing at least and an OFF signal is outputted synchronizing with the reset period R of the termination in the 1 field. As a signal made to output to each selection period S of the 4th - the 7th display cycle Td4-Td7 in a luminescence maintenance period, either ON signal or an OFF signal may be used. This 2nd example shows the example to which ON signal was made to output.

[0222] Similarly the gradation level of this pixel about the pixel of a two-line one train for example, when it is 3 As shown in drawing 33 C, synchronizing with each selection period S in the 4th display cycle Td4, an OFF signal is outputted from the 1st display cycle Td1. The inside of each selection period S in the 7th display cycle Td7 from the 5th display cycle Td5, It controls so that ON signal is outputted synchronizing with the selection period S in the first display cycle [5th] Td5 which shows luminescence initiation timing at least and an OFF signal is outputted synchronizing with the reset period R of the termination in the 1 field. As a signal made to output to each selection period S of the 6th and 7th display cycles Td6 and Td7 in a luminescence maintenance period, either ON signal or an OFF signal may be used. This 2nd example shows the example to which ON signal was made to output.

[0223] Since the selection pulse Ps of peak voltage-100V is outputted in that selection period S and the OFF signal of peak voltage 0V is first supplied to the signal line 42 at this time about the 1st display cycle Td1 of the pixel of an one-line one train as shown in drawing 33 B if it looks at by change of an electrical potential difference concretely, 0-(-100) V=100V will be impressed to the actuator section 14. the actuator section 14 -- the front field -- crookedness -- since the variation rate is reset and restored -- crookedness of drawing 7 --

a variation rate -- the variation rate of a property to the point D -- it will be in a condition and the quenching condition of the pixel concerned will be maintained.

[0224] In the non-selection period U in the 1st display cycle Td1, the non-selection signal Su of peak voltage-20V is outputted. In this period, the line after the 2nd line will be chosen through the low electrode drive circuit 202, ON signal or an OFF signal will be supplied to the signal line 42 of eye one train at random, and 80-(-20) V=100V or 0-(-20) V=20V will be impressed to the actuator section 14 of an one-line one train.

[0225] therefore, the actuator section 14 concerned -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- a property also shows -- as -- the variation rate of Point C or Point D -- it will be in a condition and the quenching condition of the pixel concerned will be maintained.

[0226] As for the actuation by this 1st display cycle Td1, the 2nd display cycle Td2 is performed similarly. ON signal is supplied to eye one train after the selection period S in the 3rd following display cycle Td3. By this the selection period S of the 3rd display cycle Td3 Since the selection pulse Ps of peak voltage-100V is outputted and ON signal of peak voltage 80V is supplied to a signal line 42 at this time, 80-(-100) V=180V are impressed to the actuator section 14 concerned -- ***** -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- the actuator section 14 carries out crookedness displacement to Point E, and the pixel concerned will be in a luminescence condition from a property.

[0227] In the non-selection period U in the 3rd subsequent display cycle Td3, the non-selection signal Su of peak voltage-20V is outputted. in this period, ON signal or an OFF signal supplies the signal line 42 of eye one train at random -- having -- the applied voltage **** to the actuator section 14 concerned -- 100V or 20V -- becoming -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- a property also shows -- as -- crookedness of Point F or Point G -- it becomes a variation rate. In this case, the displacement condition of the beginning [section / 14 / actuator] will be maintained mostly, and the luminescence condition of the pixel concerned is maintained.

[0228] Actuation by this 3rd display cycle Td3 is similarly performed from the 4th display cycle Td4 to the 7th display cycle Td7.

[0229] And in the reset period R of termination, an OFF signal is supplied to eye one train. thereby, 0-60V=-60V are impressed to the actuator section 14 concerned -- ***** -- crookedness of drawing 7 -- a variation rate -- the actuator section 14 is restored to Point A (reset), and the pixel concerned will be in a quenching condition from a property.

[0230] Thus, in the pixel of the one-line one train whose gradation level is 5, as shown in drawing 33 B, it applies to the 2nd display cycle Td2 from the head of the 1 field, and considers as a quenching condition, and from the 3rd display cycle Td3 to the 7th display cycle Td7, it considers as a luminescence condition and considers as a quenching condition in the reset period R of termination.

[0231] Similarly, as the pixel of the two-line one train whose gradation level is 3 is shown in drawing 33 C, it applies to the 4th display cycle Td4 from the head of the 1 field, and considers as a quenching condition, and from the 5th display cycle Td5 to the 7th display cycle Td7, it considers as a luminescence condition and considers as a quenching condition in the reset period R of termination.

[0232] As shown in drawing 33 A, when the case where the reset period R is assigned to the back end of the 1 field is assumed according to this 2nd example, According to the gradation level of the pixel concerned, one display cycle Td or two or more display cycles Td are continuously chosen from the back end of the 1 field. ON signal will be outputted synchronizing with each selection period S of the selected display cycle Td, and an OFF signal will be outputted synchronizing with the reset period R of the back end.

[0233] Also in this case, the cycle of luminescence to the pixel concerned in 1 field and quenching becomes only 1 time, and reduction of power consumption can be aimed at effectively. The linearity of gradation and brightness becomes good and the highly precise gradation expression of it is attained. Furthermore, the effectiveness of luminescence time amount also becomes high. Since a selection period exists for every display cycle chosen especially, brightness can fully be maintained over the luminescence maintenance period in the pixel concerned.

[0234] The method of the gradation control concerning the 3rd example, next 3rd example is explained referring to drawing 34 . Although this 3rd example is the almost same gradation control system as said 2nd example (refer to drawing 33 A) as shown in drawing 34 , it lowers the maximum gradation level to deal

with, and lengthens the time die length of the non-selection period U in each display cycle Td. In this case, it is good also as below the time die length of the selection period [in / for the time die length of a selection period S / the 2nd example] S.

[0235] According to this 3rd example, since the rate of the luminescence maintenance period of a pixel becomes high, further high brightness-ization can be realized.

[0236] The method of the gradation control concerning the 4th example, next 4th example is explained referring to drawing 35 A - drawing 35 C. Although it is the almost same gradation control system as said 1st example (refer to drawing 30 A) as this 4th example is shown in drawing 35 A The odd-even adjustment cycle Tc which has unit non-selection period [of predetermined length] U (1) between two selection periods S in said 1 field, and the display cycles Td1-Td3 of the number according to the maximum gradation level are assigned. It differs in that redundancy non-selection period U (2) which has said length twice the die length of predetermined, and the reset period R are set to each display cycles Td1-Td3.

[0237] And control in the signal-control circuit 206 to the column electrode drive circuit 204 is controlled so that ON signal is outputted in one which is contained in an odd-even adjustment cycle of the selection periods S and an OFF signal is outputted in the termination timing of a luminescence maintenance period.

[0238] For example, about the pixel of an one-line one train, to be shown in drawing 35 B, the gradation level of this pixel controls so that an OFF signal is outputted synchronizing with the reset period R of the 2nd display cycle Td2 which ON signal is outputted synchronizing with the selection period S of the head of the odd-even adjustment cycle Tc which shows initiation of a luminescence maintenance period when the number is odd [of 5], and shows termination of a luminescence maintenance period. As a signal made to output to other selection periods and reset periods, either ON signal or an OFF signal may be used. This 4th example shows the example which made ON signal output in the selection period S of the back end of the odd-even adjustment cycle Tc and the reset period R of the 1st display cycle Td1 which are included at a luminescence maintenance period, and made the OFF signal output to the reset period R of the 3rd display cycle Td3 contained at periods other than a luminescence maintenance period.

[0239] It is made a quenching condition by this, it being made into a luminescence condition and betting [bet the pixel of an one line one train at the initiation time of the reset period R in the 2nd display cycle Td2 from the head of the 1 field, and] it on the termination of the 1 field from the termination time of the reset period R in the 2nd display cycle Td2.

[0240] Moreover, for example about the pixel of a two-line one train, to be shown in drawing 35 C, the gradation level of this pixel controls so that an OFF signal is outputted synchronizing with the reset period R of the 3rd display cycle Td3 which ON signal is outputted synchronizing with the selection period S of the back end of the odd-even adjustment cycle Tc which shows initiation of a luminescence maintenance period when the number is even [of 6], and shows termination of a luminescence maintenance period. As a signal made to output to the other selection periods S and the reset period R, either ON signal or an OFF signal may be used. This 4th example shows the example which made ON signal output to each reset period R in the 1st and 2nd display cycles Td1 and Td2 contained at a luminescence maintenance period, and made the OFF signal output to the selection period S of the head of the odd-even adjustment cycle Tc contained at periods other than a luminescence maintenance period.

[0241] It is made a luminescence condition by this, it being made into a quenching condition and betting [bet the pixel of a two line one train on the termination of unit non-selection period / of the odd-even adjustment cycle Tc / U (1) from the head of the 1 field, and] it at the initiation time of the reset period R in the 3rd display cycle Td3 from the selection period S of the back end of the odd-even adjustment cycle Tc, and is made a quenching condition in the reset period R in the 3rd display cycle Td3.

[0242] Although eight selection scans are needed about one line when the case where 8 gradation is expressed in the 1 field, for example is assumed according to this 4th example, and constituted only from a unit display cycle If the display cycle to which redundancy non-selection period U (2) which has length twice the die length of predetermined was set is assigned, about one line, it can end with five selection scans and the cycle (row scanning cycle) for choosing one line can be reduced. This will reduce the count of power consumption equivalent to the area surrounded by -*- in the charge-applied-voltage property of drawing 8 , by this, leads to reduction of power consumption and, moreover, leads also to high brightness-ization of the selected pixel from a luminescence condition being maintained in redundancy non-selection

period U (2).

[0243] In addition, when the count of power consumption equivalent to the area surrounded by -**- in a charge-applied-voltage property is seen from reduction, it can apply to a display without a good hysteresis characteristic like the display Dd concerning the 4th modification, and effectiveness can fully be demonstrated. Of course, it becomes very advantageous, when it applies to the display Dd concerning the 4th modification and reduction of the frequency for line selection is aimed at.

[0244] The method of the gradation control concerning the 5th example, next 5th example is explained referring to drawing 36 A - drawing 36 C. Although it is the almost same gradation control system as said 4th example (refer to drawing 35 A) as this 5th example is shown in drawing 36 A In said 1 field, the display cycles Td1-Td3 of the number according to the maximum gradation level and the odd-even adjustment cycle Tc which has unit non-selection period [of predetermined length] U (1) between two reset periods R are assigned. It differs in that a selection period S and redundancy [which has said length twice the die length of predetermined] non-selection period U (2) are set as each display cycles Td1-Td3.

[0245] And control in the signal-control circuit 206 to the column electrode drive circuit 204 is controlled so that ON signal is outputted in the initiation timing of a luminescence maintenance period and an OFF signal is outputted in one which is contained in an odd-even adjustment cycle of the reset periods R.

[0246] For example, it controls so that an OFF signal is outputted about the pixel of an one-line one train synchronizing with the reset period R of the back end of the odd-even adjustment cycle Tc when ON signal is outputted at synchronizing with the selection period S of the 2nd display cycle Td2 which shows initiation of a luminescence maintenance period, and the gradation level of this pixel shows termination of a luminescence maintenance period when the number is odd [of 5], as shown in drawing 36 B. As a signal made to output to the other selection periods S and the reset period R, either ON signal or an OFF signal may be used. This 5th example shows the example which made ON signal output in the selection period S and the reset period S of the head of the odd-even adjustment cycle Tc in the 3rd display cycle Td3 contained at a luminescence maintenance period, and made the OFF signal output to the selection period S of the 1st display cycle Td1 contained at periods other than a luminescence maintenance period.

[0247] The pixel of an one-line one train is made into a quenching condition in the 1st display cycle Td1 from the head of the 1 field, it is made a luminescence condition by this, betting it at the initiation time of the reset period R of the back end in the odd-even adjustment cycle Tc from the 2nd display cycle Td2, and is made a quenching condition in the reset period R of termination.

[0248] Moreover, to be shown in drawing 36 C, it controls so that an OFF signal is outputted synchronizing with the reset period R of the head of the odd-even adjustment cycle Tc where ON signal is outputted synchronizing with the selection period S of the 1st display cycle Td1 which shows initiation of a luminescence maintenance period, and the gradation level of this pixel shows termination of a luminescence maintenance period about the pixel of a two-line one train when the number is even [of 6]. As a signal made to output to the other selection periods S and the reset period R, either ON signal or an OFF signal may be used. This 5th example shows the example which made ON signal output in each selection period S in the 2nd and 3rd display cycles Td2 and Td3 contained at a luminescence maintenance period, and made the OFF signal output to the reset period R of the back end of the odd-even adjustment cycle Tc contained at periods other than a luminescence maintenance period.

[0249] It is made a quenching condition by this, it being made into a luminescence condition and betting [multiply the 3rd display cycle Td3 by the pixel of a two line one train from the head of the 1 field, and] it on the termination of the 1 field from the odd-even adjustment cycle Tc.

[0250] Also in this 5th example, said row scanning cycle can be reduced and high brightness-ization can be attained in the reduction list of power consumption.

[0251] Although the above-mentioned 1st - the 3rd example showed the example which assigned the display cycle Td at equal intervals only several minutes according to the maximum gradation level in 1 field In addition, at least one unit display cycle which has the unit non-selection period of predetermined length in 1 field as shown in the 6th example and 7th example which are shown below, At least one redundancy display cycle is assigned, and you may make it prepare the redundancy non-selection period which has said length n times (n is two or more integers) the die length of predetermined for said redundancy display cycle. Here, n is defined as redundancy for convenience.

[0252] And when the number of Y and a redundancy display cycle is set [the maximum gradation level] to Z for the number of X and a unit display cycle, quotient-1 $Y=X-Z \times n$ subfield total $(Y+Z)=(X/n-1)+n$ of $Z=X/n$ is satisfied, further, a selection periods S are assigned for every display cycle from the head of the 1 field, and b reset periods R are assigned for every display cycle from the back end of the 1 field. In this case, it considers as $a+b=Y+Z+1$. Although all the gradation contained in the maximum gradation level can be expressed when it considers as $b=n$ at this time, you may make it operate one or some gradation level on a curtailed schedule as $b=n-1$. Thereby, since a row scanning cycle is reduced, low-power-ization can be attained.

[0253] Hereafter, the example in this gradation control system is explained, referring to drawing 37 - drawing 39.

[0254] The 6th example [6th] of an example is what set 4 and the maximum gradation level X to 16 for redundancy n as shown in drawing 37, and the number Z of redundancy display cycle TD is the quotient of $16/4$ in this case. - It is set to $1=3$ and the number Y of the unit display cycle Td is set to $16-3 \times 4=4$.

[0255] And by this 6th example, three redundancy display cycles TD1-TD3 are continuously assigned from the head of the 1 field, and four unit display cycles Td1-Td4 are assigned continuously after that.

Furthermore, he assigns four selection periods S for every display cycle from the head of the 1 field, and is trying to assign four reset periods R for every display cycle from the back end of the 1 field.

[0256] In this 6th example, when expressing gradation level 1 -4, ON signal is outputted synchronizing with the 4th selection period S assigned to the preceding paragraph of the 1st unit display cycle Td1, and ON signal and an OFF signal are outputted synchronizing with the reset period in the unit display cycles Td1-Td4 of the number according to the gradation level of the pixel concerned.

[0257] When expressing the gradation level 5-8, ON signal is outputted synchronizing with the 3rd selection period S assigned to the preceding paragraph of 3rd redundancy display cycle TD3, and said 4th selection period S, and ON signal and an OFF signal are outputted synchronizing with the reset period in the unit display cycles Td1-Td4 of the number according to the gradation level of the pixel concerned.

[0258] Moreover, when expressing the gradation level 9-12, ON signal outputs synchronizing with the 2nd selection period S assigned to the preceding paragraph of 2nd redundancy display cycle TD2, the 3rd [said], and the 4th selection period S, and ON signal and an OFF signal are outputted synchronizing with the reset period R in the unit display cycles Td1-Td4 of the number according to the gradation level of the pixel concerned.

[0259] When expressing the gradation level 13-16, ON signal outputs synchronizing with the selection period S of the S-4th top selection periods, and ON signal and an OFF signal are outputted synchronizing with the reset period R in the unit display cycles Td1-Td4 of the number according to the gradation level of the pixel concerned.

[0260] When the case where 16 gradation is expressed in the 1 field, for example is assumed according to this 6th example, about one line, it can end with eight selection scans and a row scanning cycle can be reduced sharply. Consequently, the reduction list of power consumption can be made to realize high brightness-ization.

[0261] Although the 7th example [7th] of an example has the almost same configuration as the 6th example as shown in drawing 38, it differs at the point which assigns four unit display cycles Td1-Td4 continuously from the head of the 1 field, and is assigning three redundancy display cycles TD1-TD3 continuously after that.

[0262] In this 7th example, when expressing gradation level 1 -4, an OFF signal is outputted synchronizing with each reset period, and the initiation timing of ON signal is controlled to make the number of the unit display cycles Td1-Td4 fluctuate according to gradation level.

[0263] When expressing the gradation level 5-8, an OFF signal is outputted synchronizing with each reset period R assigned after the back end of 1st redundancy display cycle TD1, and the initiation timing of ON signal is controlled to make the number of the unit display cycles Td1-Td4 contained with said 1st redundancy display cycle TD1 fluctuate according to gradation level.

[0264] When expressing the gradation level 9-12, an OFF signal is outputted synchronizing with each reset period R assigned after the back end of 2nd redundancy display cycle TD2, and the initiation timing of ON signal is controlled to make the number of the unit display cycles Td1-Td4 contained with the 1st and 2nd

redundancy display cycles TD1 and TD2 fluctuate according to gradation level.

[0265] when expressing the gradation level 13-16, an OFF signal is outputted synchronizing with the reset period R assigned to the back end of the 1 field -- as -- controlling -- the 1- the initiation timing of ON signal is controlled to make the number of the unit display cycles Td1-Td4 contained fluctuate according to gradation level with the 3rd redundancy display cycle TD1-TD3.

[0266] although the 6th above-mentioned example and 7th above-mentioned example show the case where redundancy n is set to 4 -- in addition, the redundancy n -- 2, 3, and 5 -- when it is ..., it can apply similarly.

[0267] In this case, it is desirable to assign a unit display cycle and a redundancy display cycle in combination with few subfield totals among the subfield totals according to the maximum gradation level obtained in the combination of the arbitration of the unit display cycle Td and redundancy display cycle TD.

[0268] That is, as shown in drawing 39, the subfield total obtained in the combination of the arbitration of the unit display cycle Td and redundancy display cycle TD changes with the maximum gradation level. For example, considering the case (U (1) and U (4) putting together) of redundancy n= 4, the subfield total is 7 when the maximum gradation level is 16, and when the maximum gradation level is 256, it is set to 67. In the case of redundancy n= 8 (U (1) and U (8) should put together), when the maximum gradation level is 16, it is 9, and it is set to 39 when the maximum gradation level is 256.

[0269] Therefore, with the gestalt of this operation, when the maximum gradation level is 16 The combination (U (1) and U (4) should put together) of the redundancy n= 4 with few subfield totals is adopted, and when the maximum gradation level is 32, redundancy n= 4 or the combination (the combination of U (1) and U (4) or U (1), and U (8) should put together) of 8 is adopted. Similarly, when the maximum gradation level is 64, the combination of redundancy n= 8 is adopted, when the maximum gradation level is 128, redundancy n= 8 or the combination (the combination of U (1) and U (8) or U (1), and U (16) should put together) of 16 is adopted, and when the maximum gradation level is 256, the combination of redundancy n= 16 is adopted.

[0270] The subfield total in each maximum gradation level can become small, can make reduction-ization of power consumption able to attain still more effectively, and, moreover, can also make the burden of a scanning circuit mitigated by carrying out like this.

[0271] Although the 1st - the 7th example showed the gradation control which makes only 1 time the cycle of luminescence to one pixel in 1 field, and quenching, in addition as shown in the following examples [8th and 9th], it may be made to perform gradation control which makes 2 times the cycle of luminescence to one pixel in 1 field, and quenching.

[0272] The 8th example [8th] of an example assigns the 1st subfield block SFB1 which consisted of three redundancy display cycles TD1-TD3, and the 2nd subfield block SFB2 which consisted of four unit display cycles Td1-Td4, and he is trying to assign the compulsive reset period TR further in 1 field between said 1st and 2nd subfield blocks SFB [SFB1 and] 2, as shown in drawing 40. Since the method of gradation control by this 8th example is almost the same as the method of the 2nd example, that explanation is omitted.

[0273] In this case, since redundancy display cycle TD is used in the 1st subfield block SFB1, reduction of a row scanning cycle can be aimed at and reduction-ization of power consumption can be realized. Since he is trying to establish the compulsive reset period TR especially, sufficient signal to carry out quenching of the pixel in this period can be given.

[0274] Although the 9th example [9th] of an example has the almost same configuration as the 8th example as shown in drawing 41, it differs in that two redundancy display cycles TD1 and TD2 and one unit display cycle Td are assigned to the 2nd subfield block SFB2. The method of the 1st subfield block SFB1 of gradation control by this 9th example is the same as the method of the 2nd example almost, and since it is almost the same as that of the method of the 5th example, the 2nd subfield block SFB2 omits that explanation.

[0275] In this case, since reduction-ization of the row scanning cycle in the 2nd subfield block SFB2 can also be attained, reduction-ization of power consumption can be realized further.

[0276] As mentioned above, although gradation control of the driving gear concerning the gestalt of this operation has been explained based on the 1st - the 9th example To the display Da concerning the 1st

modification shown in the display D which relates to the gestalt of this operation shown in drawing 1 as a configuration of a display, and drawing 10, as shown in drawing 17, these driving gears. In the thing of a configuration of that the varistor 120 was connected between column electrode 28b and a signal line 42, it becomes suitable.

[0277] In this case, as shown in drawing 42, it is desirable to use 0V as 80V and an OFF signal as an ON signal which uses 60V as peak value of -20V and a reset pulse Pr as peak value of -100V and the non-selection signal Su as peak value of the selection pulse Ps outputted from the low electrode drive circuit 202, and is outputted from the column electrode drive circuit 204.

[0278] You may make it use the driving gear applied to said 1st [the] - the 9th example to the display Df which relates to the 6th modification as shown in drawing 43 on the other hand.

[0279] As for this display Df, the end face of plate member 32a of the displacement transfer section 32 contacts in the distance below the wavelength of light 10 to the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12 by ON signal being supplied for the actuator section 14 to a natural condition or the actuator section 14 (luminescence). by an off signal being impressed to the actuator section 14, the actuator section 14 concerned is on a dead-air-space 20 side with a convex -- as -- crookedness -- crookedness displacement is carried out in a variation rate, i.e., the other directions, and the end face of plate member 32a is isolated from the photoconductive corrugated plate 12 -- ** (quenching) -- it has the configuration to say.

[0280] And to the display Df concerning the 6th modification shown in drawing 43, the driving gear concerning the 1st - the 9th example which were mentioned above becomes suitable in the thing of a configuration of that the varistor 120 was connected between column electrode 28b and a signal line 42, as shown in drawing 17.

[0281] In this case, as shown in drawing 44, it is desirable to use 100V as 0V and an OFF signal as an ON signal which uses -110V as peak value of -10V and a reset pulse Pr as peak value of 90V and the non-selection signal Su as peak value of the selection pulse Ps outputted from the low electrode drive circuit 202, and is outputted from the column electrode drive circuit 204.

[0282] Furthermore, preferably, as shown in drawing 45, it is good to use 80V as 0V and an OFF signal as an ON signal which uses -160V as peak value of 0V and a reset pulse Pr as peak value of 170V and the non-selection signal Su as peak value of the selection pulse Ps outputted from the low electrode drive circuit 202, and is outputted from the column electrode drive circuit 204.

[0283] And in the 1st in the driving gear concerning the gestalt of this operation - the 9th example, further low-power-ization can be attained according to concomitant use with a power recovery circuit.

[0284] Moreover, the gradation control in these driving gears is applicable also to the gradation control used with the liquid crystal display or the plasma display.

[0285] For example, since each pixel (discharge cel) has a memory effect like each pixel of the display which is expressed as a capacitive component (capacitor) in an equal circuit, and relates to the gestalt of this operation, it can make gradation control of the driving gear concerning the gestalt of this operation apply in a plasma display.

[0286] In this case, (1) Since a long luminescence maintenance period can be taken, high brightness-ization can be realized.

(2) Since a gradation expression is not carried out in the combination of the divided subfield, the so-called generating of false contour can be prevented.

(3) Since there are only 1 time (the 1st - the 7th example) or two lighting discharge (the 8th and 9th examples) in the 1 field, low-power-ization can be attained. The effectiveness to say can be acquired.

[0287] Moreover, also about TFT-LCD (liquid crystal display of an active matrix), since it is the combination of a switching element and a capacitive pixel, the gradation control concerning the gestalt of this operation is applicable. In this case, raise in brightness and low-power-ization can be realized.

[0288] Moreover, when LCD of a passive matrix also uses the frame response of a pixel, the gradation control (especially the 2nd, 3rd, 5th, 8th, and 9th examples) concerning the gestalt of this operation is applicable. The frame response waveform which expressed gradation level =7 to drawing 46 at LCD of a passive matrix with the application of the 2nd example (refer to drawing 33 A - drawing 33 C) of the gestalt of this operation is shown.

[0289] In drawing 46, S/ON shows the case where ON signal is outputted in the selection period of the

selected pixel, S/OFF shows the case where the OFF signal is outputted in the selection period of the pixel concerned, and R/OFF shows the case where the OFF signal is outputted in the reset period of the pixel concerned. Therefore, in the example of this drawing 42, the time of considering as R/OFF from the time of considering as S/ON serves as a luminescence maintenance period.

[0290] By the way, it sets on the display D concerning the gestalt of this operation. For example, although the crookedness variation rate of the actuator section 14 is carried out and it was made to make it emit light so that it may be on the photoconductive corrugated plate 12 side with a convex as shown in drawing 1 when it considered as quenching in the state of [natural] the actuator section 14 and a high-level electrical potential difference was impressed between low electrode 28a of the actuator section 14, and column electrode 28b. In addition, by contacting and isolating the displacement transfer section 32 at the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12. In case the actuator section 14 is ON operated / off operated, it adds to distortion which impresses an electrical potential difference to the configuration maintenance layer 26, and is generated. Static electricity is generated between the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, and the contact surface (end face) of the displacement transfer section 32, and you may make it use the attraction by this static electricity, and repulsive force for ON actuation / off actuation of the actuator section 14.

[0291] The configuration which is made to generate dielectric polarization and aims at improvement in the ON properties (variation rate the contact nature of the transfer section 32, responsibility to a contact direction, etc.) of the actuator section 14 during the drive of the actuator section 14 as a result using the attraction by static electricity, Improvement in OFF properties (variation rate the isolation nature of the transfer section 32, responsibility to the isolation direction, etc.) can also be aimed at in addition to the ON property of the actuator section 14 by using not only the attraction by static electricity but repulsive force.

[0292] For example, what is necessary is to only arrange a coating material on the tooth back of the contact surface (end face) of the displacement transfer section 32 and photoconductive corrugated plate 12 the very thing, or the photoconductive corrugated plate 12, and just to carry out the dielectric polarization of these, when aiming at improvement only in the ON property of the actuator section 14.

[0293] Furthermore, what is necessary is to arrange a transparent electrode metallurgy group thin film on the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, and just to switch the electric polarity to it to the contact surface of the displacement transfer section 32 by which dielectric polarization was carried out, so that both the attraction by static electricity and repulsive force may be generated when raising both the ON property of the actuator section 14, and an OFF property, for example.

[0294] Concretely, it explains, referring to drawing 47 A - drawing 48 B about said configuration. It considers as luminescence in the state of [natural] the actuator section 14, and as shown in drawing 47 A and drawing 47 B, in the display D on which low electrode 28a was formed in the top face of the configuration maintenance layer 26, and column electrode 28b was formed in the inferior surface of tongue, a transparent electrode 290 is formed in the location corresponding to the actuator section 14 among the tooth backs of the photoconductive corrugated plate 12, respectively.

[0295] And as it is shown in drawing 47 A when carrying out ON actuation and making the actuator section 14 emit light for example, an electrical potential difference ($V_c > V_a$) is impressed between the transparent electrodes 290 and low electrode 28a corresponding to the actuator section 14 concerned, and let mostly the electrical potential difference between low electrode 28a and column electrode 28b be zero ($V_a \approx V_b$).

[0296] Thereby, the displacement transfer section 32 is forced on the photoconductive corrugated plate 12 side with the electrostatic attraction committed between a transparent electrode 290 and low electrode 28a. Improvement in brightness and improvement in a speed of response are achieved by this thrust.

[0297] On the other hand, when carrying out OFF actuation and carrying out quenching of the actuator section 14, as shown in drawing 47 B, the electrical potential difference between the transparent electrodes 290 and low electrode 28a corresponding to the actuator section 14 concerned is mostly made into zero ($V_c \approx V_a$), and an electrical potential difference ($V_a < V_b$) is impressed between low electrode 28a and column electrode 28b.

[0298] By this, the actuator section 14 will carry out crookedness displacement so that it may be on a dead-air-space 20 side with a convex, and it will isolate the displacement transfer section 32 from the photoconductive corrugated plate 12.

[0299] By the way, although said transparent electrode 290 may be formed in any of the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, and the end face of the displacement transfer section 32, it is more desirable to form in the end face of the displacement transfer section 32. This is because distance with low electrode 28a on the actuator section 14 can become small and bigger electrostatic force can be generated. [0300] Moreover, the transparent electrode 290 formed in the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12 is effective in raising the isolation nature of the displacement transfer section 32. Although the local surface charge produced in the displacement transfer section 32 or the photoconductive corrugated plate 12 by contact of the displacement transfer section 32 and elongation is generally produced, this helps for the displacement transfer section 32 to contact the photoconductive corrugated plate 12. However, it becomes easy to produce un-arranging [that the displacement transfer section 32 will stick to the photoconductive corrugated plate 12 in this case].

[0301] then, generating of surface charge local by forming a transparent electrode 290 in the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12 -- easing -- said -- being inconvenient (sticking) -- it decreases -- having -- a variation rate -- the isolation nature of the transfer section 32 improves.

[0302] The configuration which forms said transparent electrode 290 and uses static electricity is applicable to the display D D, i.e., the display in which the electrode (low electrode 28a and column electrode 28b) of a pair was formed on the top face of the configuration maintenance layer 26, as shown in drawing 48 A and drawing 48 B.

[0303] That is, a transparent electrode 290 is formed in the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, and if an electrical potential difference ($V_c > V_a$, $V_c > V_b$) is impressed between this transparent electrode 290 and the electrodes 28a and 28b of the pair prepared in the top face of the actuator section 14, static electricity will occur among both.

[0304] Here, when the case of quenching is considered in the state of [natural] the actuator section 14, and carrying out ON actuation and making the actuator section 14 concerned emit light, while the actuator section 14 carries out crookedness displacement toward the photoconductive corrugated plate 12 with the electrical potential difference ($V_a < V_b < V_c$) between electrode 28a of a pair, and 28b, with the attraction of said static electricity, the displacement transfer section 32 approaches the photoconductive corrugated plate 12 side quickly, and will be in a luminescence condition. On the contrary, in the condition ($V_a \sim V_b \sim V_c$) of not impressing an electrical potential difference between a transparent electrode 290 and the electrodes 28a and 28b of a pair, off actuation is carried out, and with the rigidity of the actuator section 14, the actuator section 14 is isolated from the photoconductive corrugated plate 12, and will be in a quenching condition.

[0305] The drive method which starts the 1st - the 9th example also to the display D using such static electricity can be made to apply.

[0306] In addition, the driving gear of the display concerning this invention and the drive approach of a display of the ability of various configurations to be taken are natural, without deviating not only from the gestalt of above-mentioned operation but from the summary of this invention.

[0307]

[Effect of the Invention] According to the driving gear of the display concerning this invention, and the drive approach of a display, power consumption can be reduced effectively and high brightness-ization can be made to attain, as explained above. Moreover, power consumption can be reduced effectively and high brightness-ization can be made to attain in the gradation control by subfield drive. In the gradation control by subfield drive, reduction of a subfield total can be aimed at and power consumption can be reduced effectively.

[Translation done.]

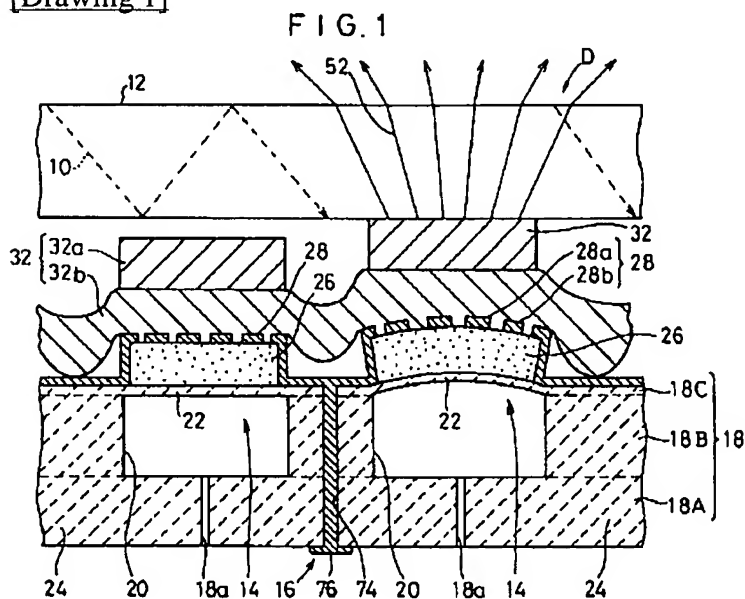
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

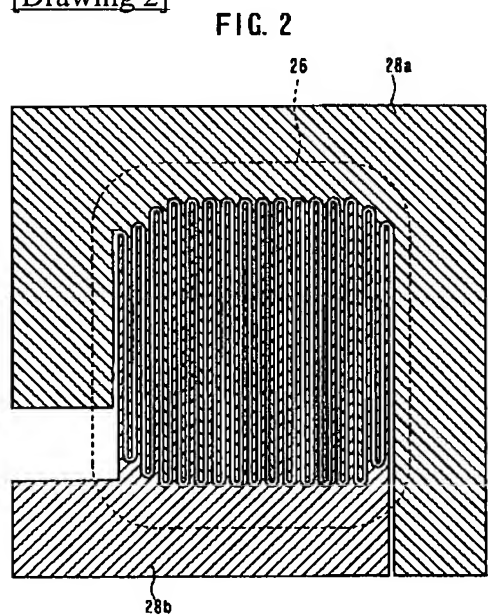
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 5]

FIG. 3A

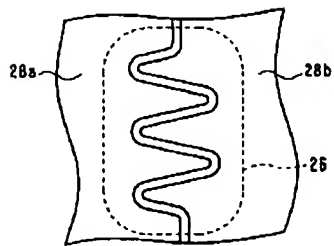
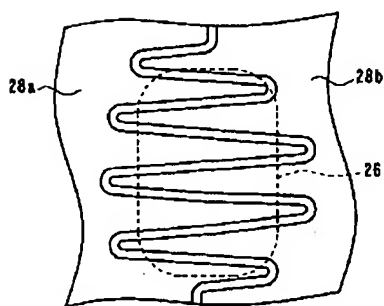


FIG. 3B



[Drawing 4]

FIG. 4A

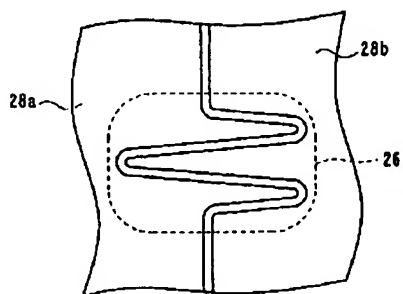
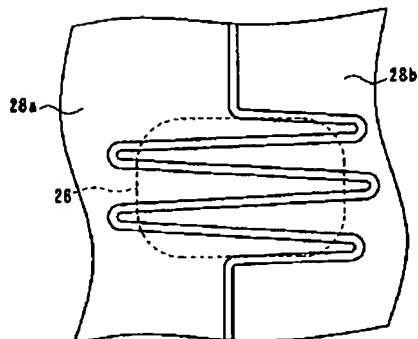
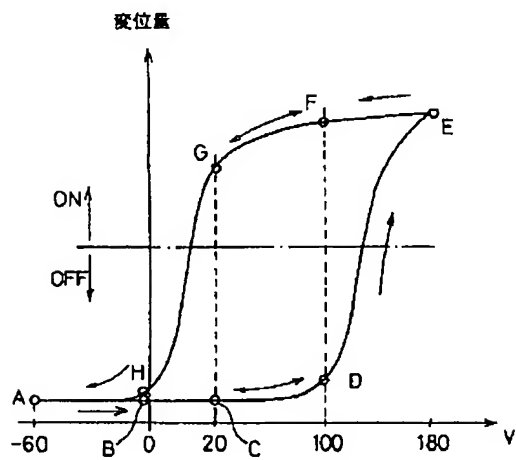


FIG. 4B



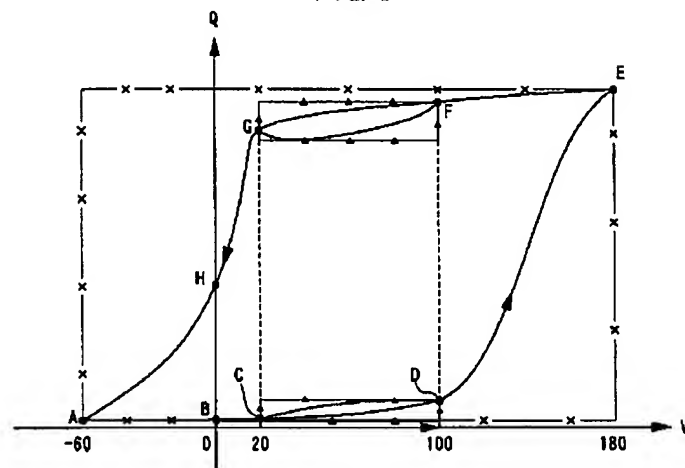
[Drawing 7]

FIG. 7



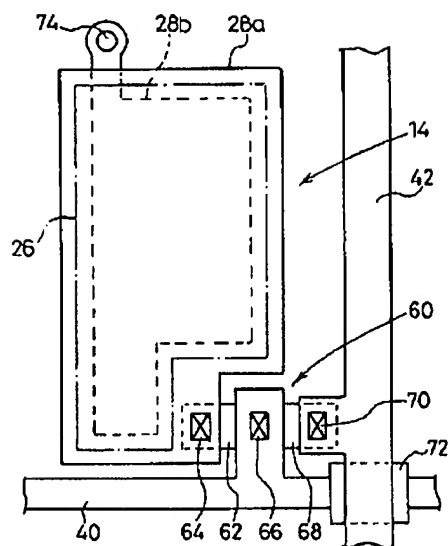
[Drawing 8]

FIG. 8



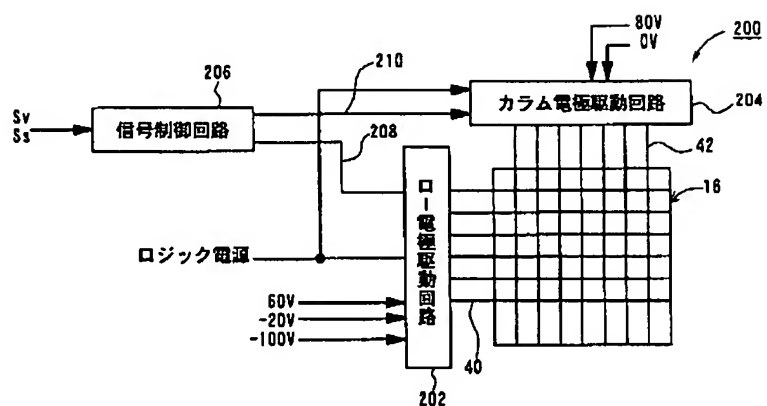
[Drawing 11]

FIG. 11



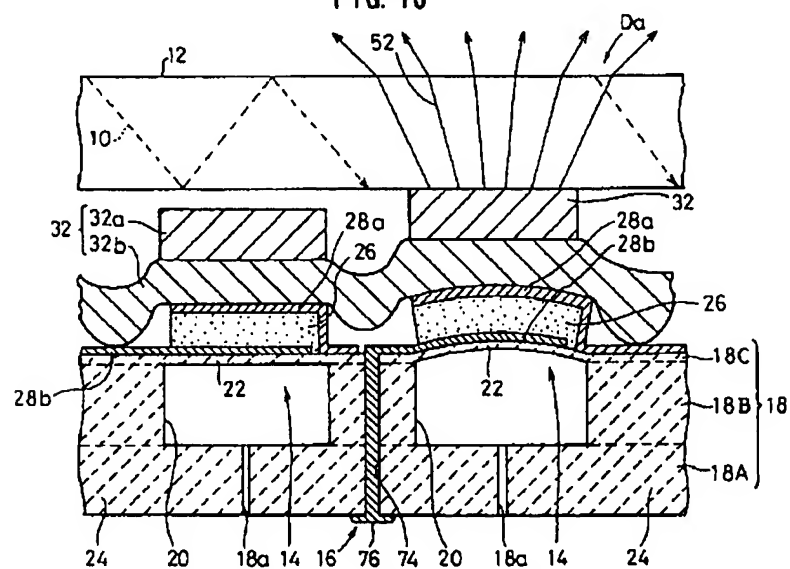
[Drawing 9]

FIG. 9



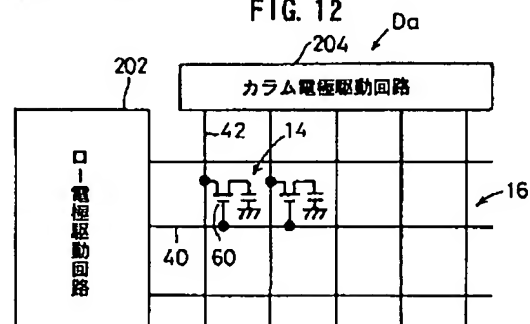
[Drawing 10]

FIG. 10



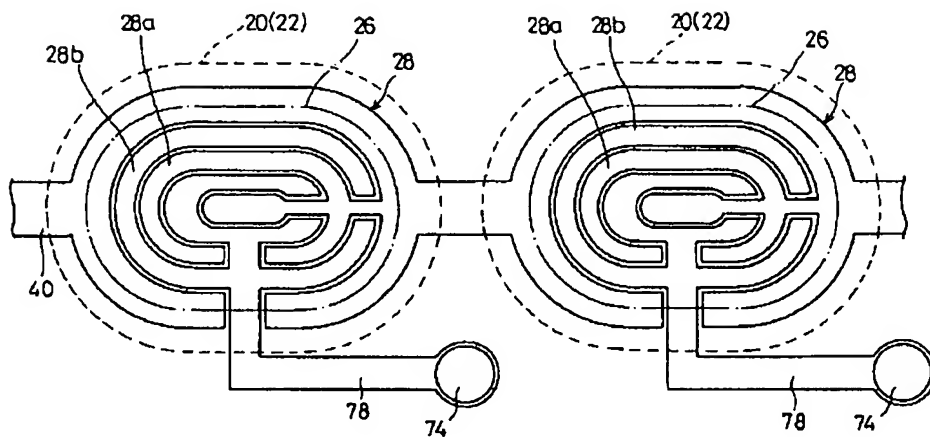
[Drawing 12]

FIG. 12

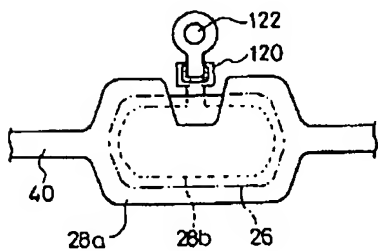


[Drawing 14]

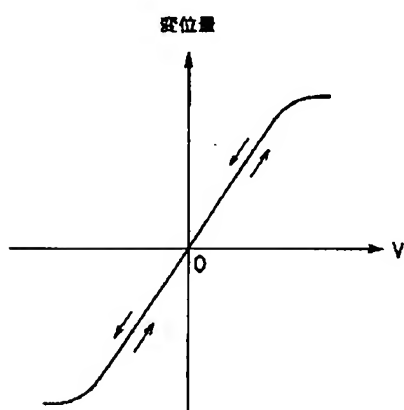
FIG. 14



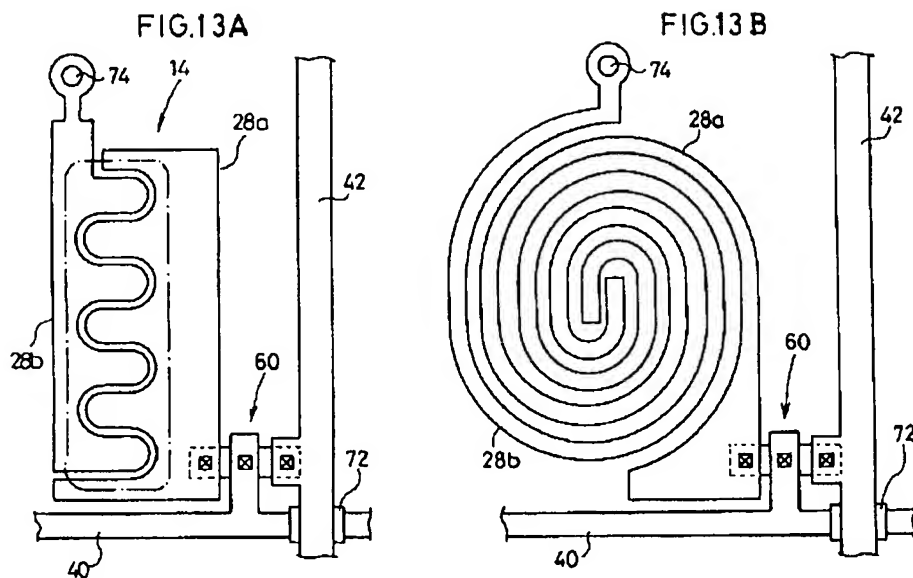
[Drawing 18]
FIG. 18



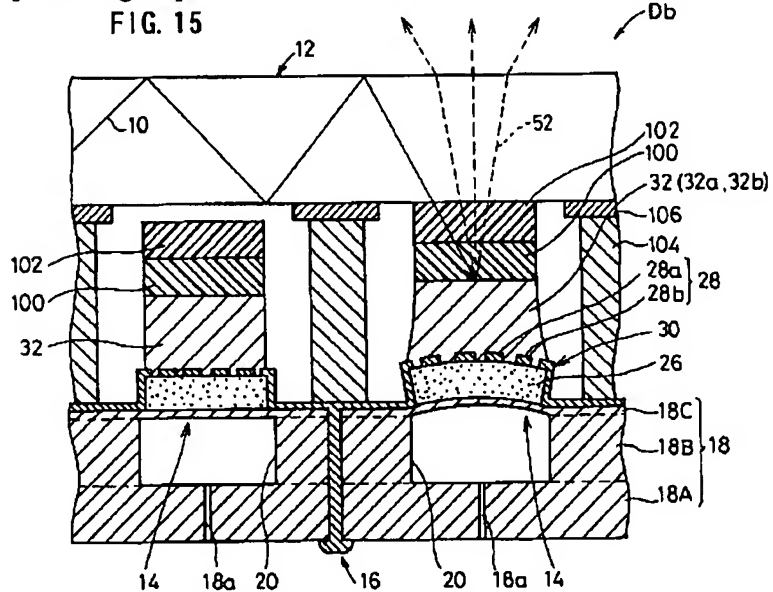
[Drawing 21]
FIG. 21



[Drawing 13]



[Drawing 15]



[Drawing 19]

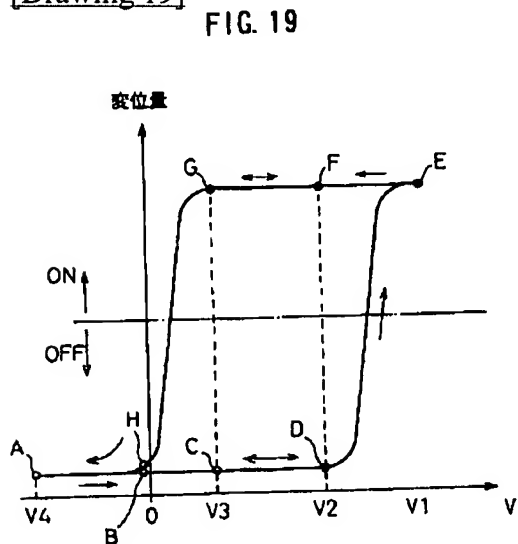


FIG.22A

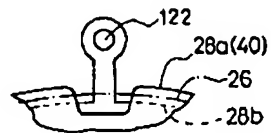
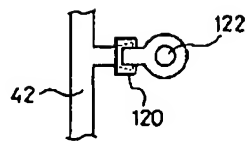
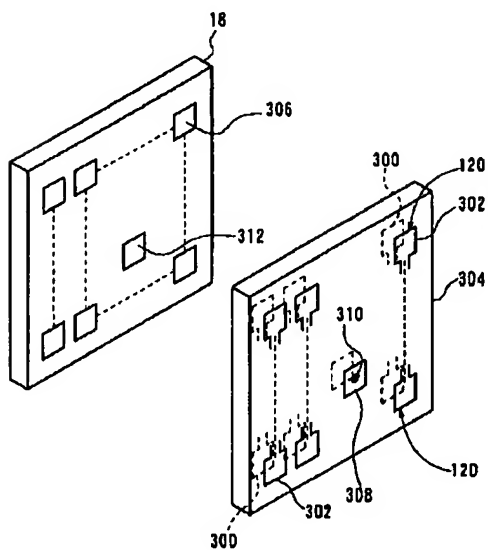


FIG.22B



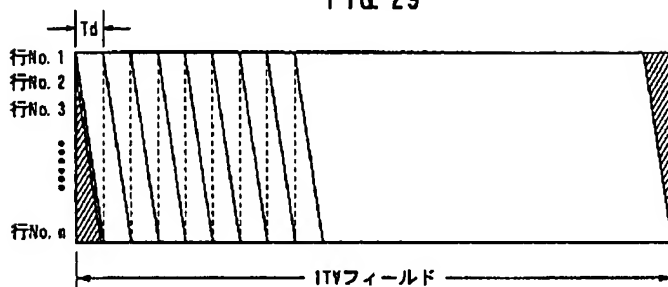
[Drawing 23]

FIG. 23



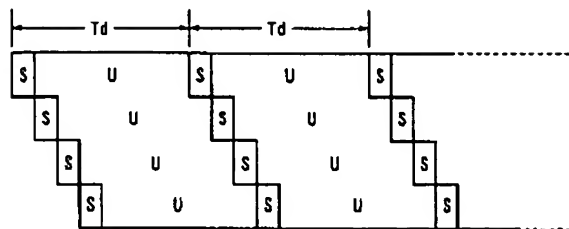
[Drawing 29]

FIG. 29



[Drawing 34]

FIG. 34



[Drawing 20]

FIG. 20

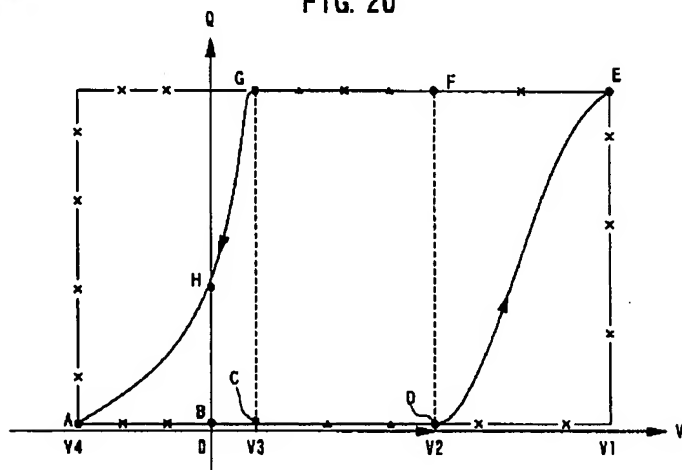
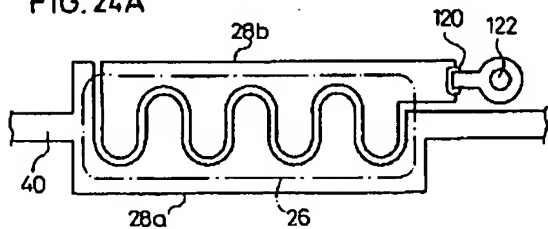
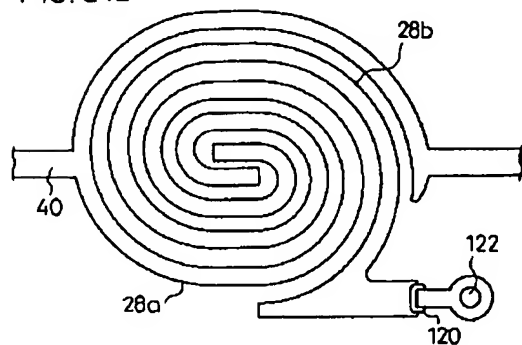
[Drawing 24]
FIG. 24A

FIG. 24B



[Drawing 28]

FIG. 30A

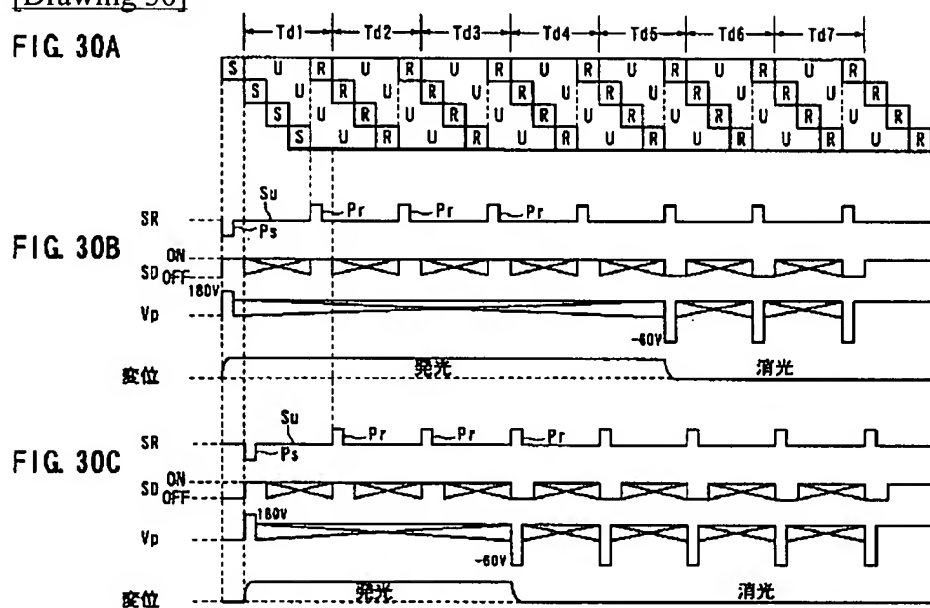
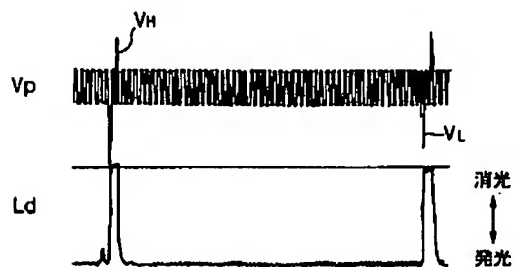
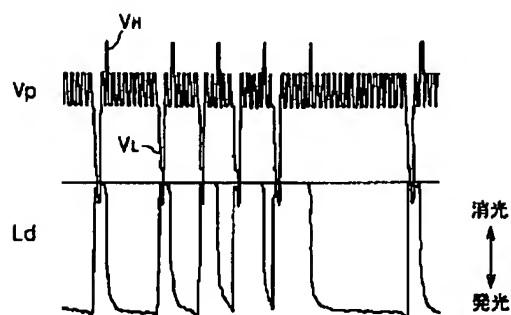


FIG. 31



http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web_cgi_ejje

FIG. 32



[Drawing 33]

FIG. 33A

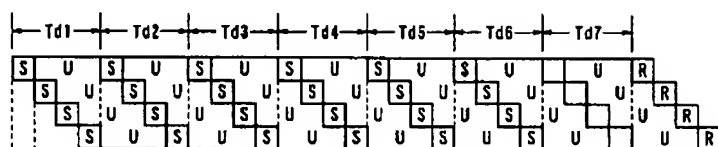


FIG. 33B

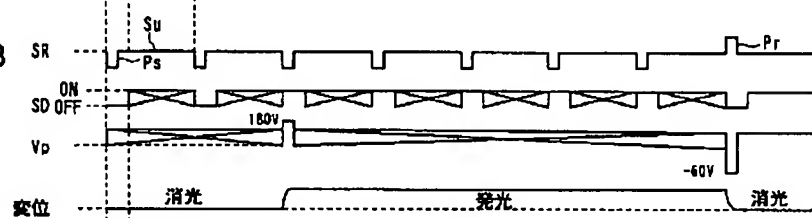
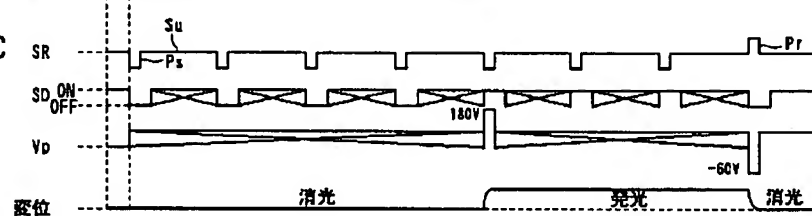


FIG. 33C



[Drawing 35]

FIG. 35A

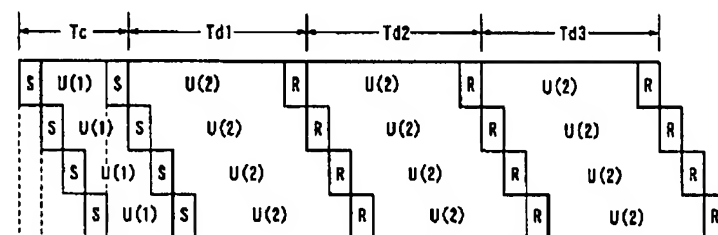


FIG. 35B

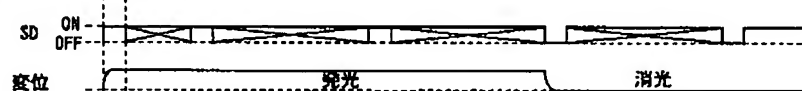
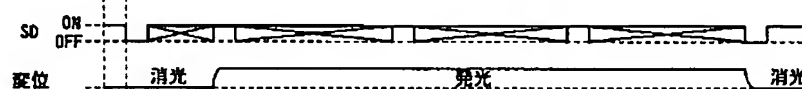


FIG. 35C



[Drawing 36]

FIG. 36A

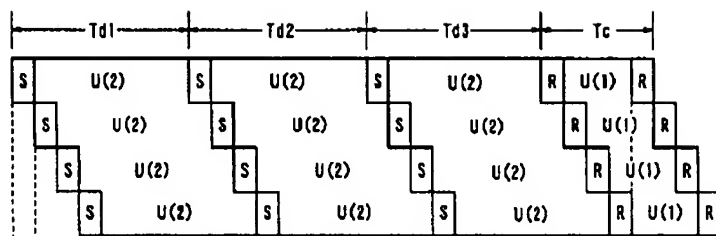


FIG. 36B

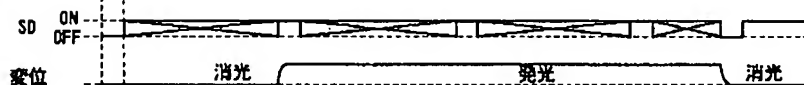
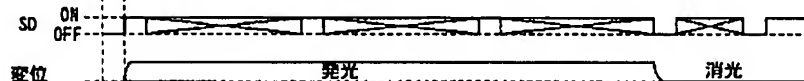
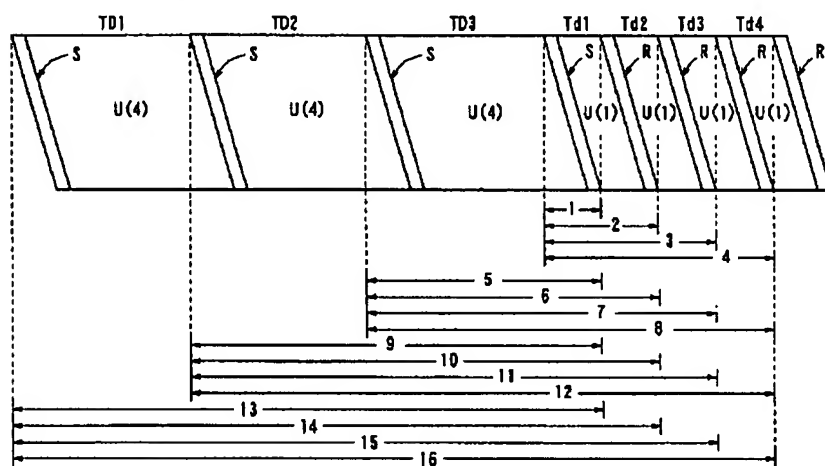


FIG. 36C



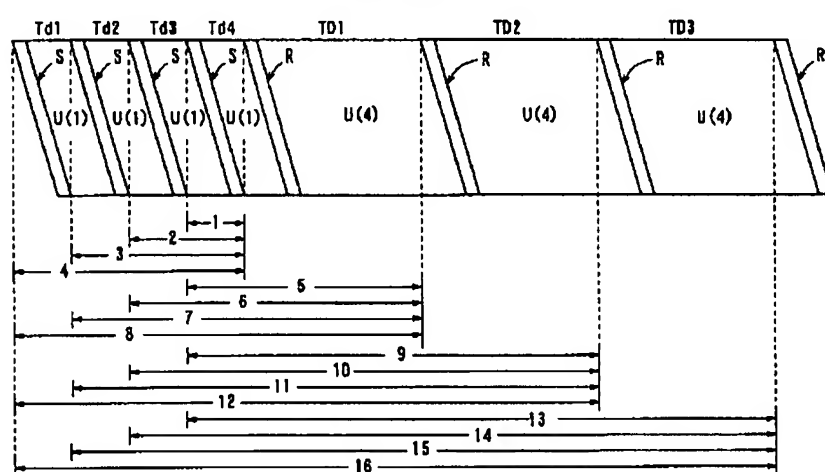
[Drawing 37]

FIG. 37



[Drawing 38]

FIG. 38



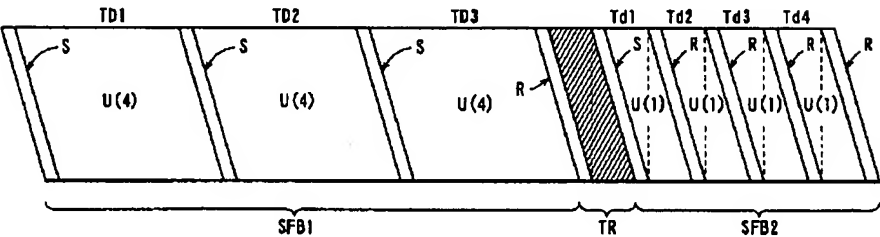
[Drawing 39]

FIG. 39

サブフィールドの組み合わせ 階調	U(1)のみ	U(1)とU(2)	U(1)とU(4)	U(1)とU(8)	U(1)とU(16)	U(1)とU(32)	U(1)とU(64)	U(1)とU(128)
16	15	9	7	9	-	-	-	-
32	31	17	11	11	17	-	-	-
64	63	33	19	15	19	33	-	-
128	127	65	35	23	23	35	65	-
256	255	129	67	39	31	89	67	129

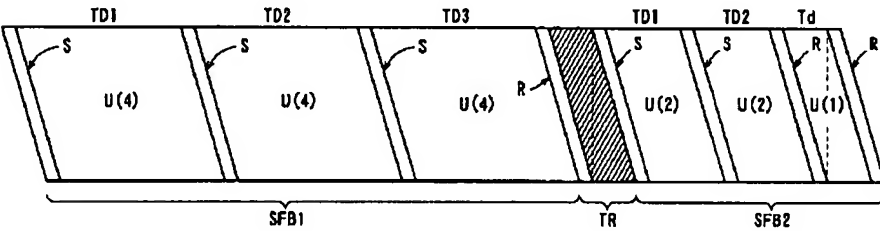
[Drawing 40]

FIG. 40



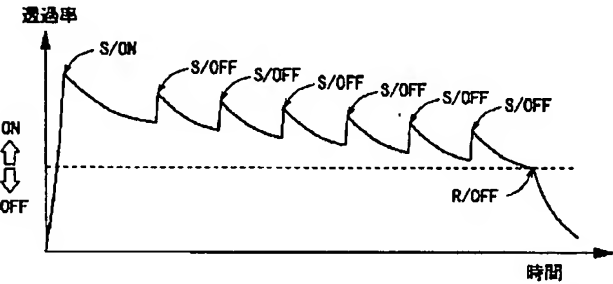
[Drawing 41]

FIG. 41



[Drawing 46]

FIG. 46



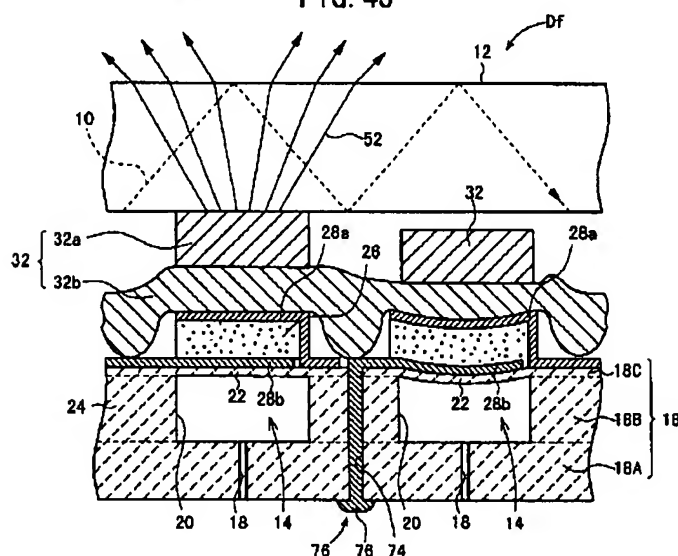
[Drawing 42]

FIG. 42

		ON信号	OFF信号
		80V	0V
選択パルス	-100V	180V (画素発光)	100V (画素非発光)
非選択信号	-20V	100V (発光維持又は 非発光維持)	20V (発光維持又は 非発光維持)
リセットパルス	60V	20V (発光維持又は 非発光維持)	-60V (画素消光)

[Drawing 43]

FIG. 43



[Drawing 44]

FIG. 44

		ON信号	OFF信号
		0V	100V
選択パルス	90V	-80V (画素発光)	10V (画素非発光)
非選択信号	-10V	10V (発光維持又は 非発光維持)	110V (発光維持又は 非発光維持)
リセットパルス	-110V	110V (発光維持又は 非発光維持)	210V (画素消光)

[Drawing 45]

FIG. 45

		ON信号	OFF信号
		0V	80V
選択パルス	170V	-170V (画素発光)	-90V (画素非発光)
非選択信号	0V	0V (発光維持又は 非発光維持)	80V (発光維持又は 非発光維持)
リセットパルス	-180V	180V (発光維持又は 非発光維持)	240V (画素消光)

[Drawing 47]

FIG. 47A

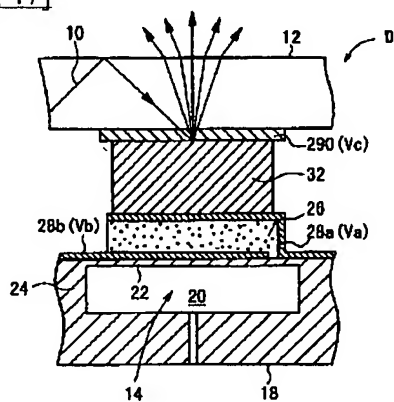
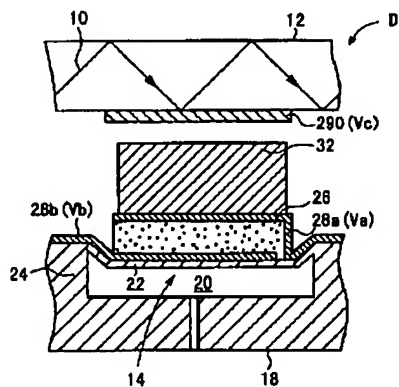


FIG. 47B



[Drawing 48]

FIG. 48A

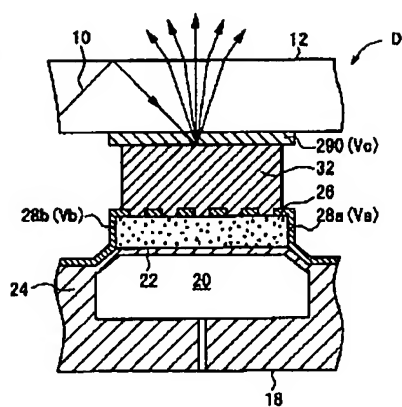
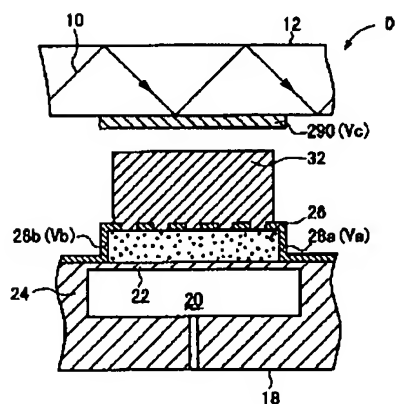


FIG. 48B



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law
 [Section partition] The 2nd partition of the 6th section
 [Publication date] April 9, Heisei 15 (2003. 4.9)

[Publication No.] JP,2000-132142,A (P2000-132142A)
 [Date of Publication] May 12, Heisei 12 (2000. 5.12)
 [Annual volume number] Open patent official report 12-1322
 [Application number] Japanese Patent Application No. 11-134930
 [The 7th edition of International Patent Classification]

G09G 3/34
 G02F 1/133 550
 G09G 3/20 611
 641

[FI]

G09G 3/34 Z
 G02F 1/133 550
 G09G 3/20 611 A
 641 A

[Procedure revision]
 [Filing Date] January 8, Heisei 15 (2003. 1.8)
 [Procedure amendment 1]
 [Document to be Amended] Specification
 [Item(s) to be Amended] 0033
 [Method of Amendment] Modification
 [Proposed Amendment]
 [0033] Moreover, it has the 1st subfield block which consisted of at least one redundancy display cycle in 1 field, and the 2nd subfield block which consisted of at least one unit display cycle, a compulsive reset period is established between said 1st and 2nd subfield blocks, and you may make it constitute in said configuration.
 [Procedure amendment 2]
 [Document to be Amended] Specification
 [Item(s) to be Amended] 0041
 [Method of Amendment] Modification
 [Proposed Amendment]
 [0041] Thereby, total reflection of the light introduced from the edge of a photoconductive corrugated plate is carried out inside by adjusting the magnitude of the refractive index of a photoconductive corrugated plate, without all light penetrating in the front face and tooth back of a photoconductive corrugated plate (quenching condition). In this quenching condition, if the displacement transfer section contacts the tooth

back of a photoconductive corrugated plate in the distance below the wavelength of light, the light which was carrying out total reflection till then will be penetrated to the front face of the displacement transfer section in contact with the tooth back of a photoconductive corrugated plate. Although the light which arrived at the front face of the displacement transfer section is once reflected on the front face of the displacement transfer section and a part is again reflected in a photoconductive corrugated plate as the scattered light, the great portion of scattered light will penetrate the front face of a photoconductive corrugated plate, without being reflected by the photoconductive corrugated plate (luminescence condition).

[Procedure amendment 3]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0042

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0042] Thus, the existence of luminescence (leakage light) of the light in the front face of a photoconductive corrugated plate is controllable by the existence of contact of the displacement transfer section in the tooth back of a photoconductive corrugated plate. In this case, make into 1 pixel one unit which makes the displacement actuation of the displacement transfer section carry out in the contact / isolation direction to a photoconductive corrugated plate. If it thinks, the images (an alphabetic character, graphic form, etc.) according to a picture signal can be displayed on the front face of a photoconductive corrugated plate like a cathode-ray tube or a liquid crystal display by arranging a majority of this pixel in the shape of a matrix, and controlling the displacement actuation by each pixel according to the attribute of the picture signal inputted.

[Procedure amendment 4]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0071

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0071] A mechanical component 16 has the actuator substrate 18 which consisted of ceramics, and the actuator section 14 is arranged in the location according to each pixel of this actuator substrate 18. Said actuator substrate 18 is arranged so that one principal plane may counter the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12, and this one principal plane is made into the continuous field (flat-tapped). The dead air space 20 for forming in the location corresponding to each pixel the oscillating section mentioned later, respectively is established in the interior of the actuator substrate 18. Each dead air space 20 is opened for free passage with the exterior through small through tube 18a of the path prepared in the other principal planes of the actuator substrate 18.

[Procedure amendment 5]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0102

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0102] Explanation of a display of operation

Next, actuation of the display D which has said configuration is explained briefly, referring to drawing 1. First, the light 10 of the photoconductive corrugated plate 12 is introduced from an edge. In this case, total reflection is carried out inside by adjusting the magnitude of the refractive index of the photoconductive corrugated plate 12, without all the light 10 penetrating in the front face and tooth back of the photoconductive corrugated plate 12. In this condition, if the displacement transfer section 32 corresponding to said actuator section 14 contacts the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12 in the distance below the wavelength of light, a certain actuator section 14 being used as a selection condition, the light 10 which was carrying out total reflection till then will be penetrated to the front face of the displacement transfer section 32 in contact with the tooth back of the photoconductive corrugated plate 12.

[Procedure amendment 6]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0180

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0180] Although it has the almost same configuration as the display D concerning the gestalt of this operation fundamentally as the display De concerning this 5th modification is shown in drawing 25, it differs in that insertion connection of the piezo-electric relay 400 is made between up electrode 28a of the actuator section 14, and a grounding conductor 76, and differs with the display D which relates to the gestalt of this operation also structurally from the relation which forms this piezo-electric relay 400.

[Procedure amendment 7]

[Document to be Amended] Specification [Item(s) to be Amended] 0246

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0246] For example, it controls so that an OFF signal is outputted about the pixel of an one-line one train synchronizing with the reset period R of the back end of the odd-even adjustment cycle Tc when ON signal is outputted at synchronizing with the selection period S of the 2nd display cycle Td2 which shows initiation of a luminescence maintenance period, and the gradation level of this pixel shows termination of a luminescence maintenance period when the number is odd [of 5], as shown in drawing 36 B. As a signal made to output to the other selection periods S and the reset period R, either ON signal or an OFF signal may be used. This 5th example shows the example which made ON signal output in the selection period S and the reset period R of the head of the odd-even adjustment cycle Tc in the 3rd display cycle Td3 contained at a luminescence maintenance period, and made the OFF signal output to the selection period S of the 1st display cycle Td1 contained at periods other than a luminescence maintenance period.

[Procedure amendment 8]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0251

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0251] Although the above-mentioned 1st - the 5th example showed the example which assigned the display cycle Td at equal intervals only several minutes according to the maximum gradation level in 1 field, be shown in the 6th example and 7th example which are shown below, At least one unit display cycle which has the unit non-selection period of predetermined length, and at least one redundancy display cycle are assigned, and you may make it prepare the redundancy non-selection period which has said length n times (n is two or more integers) the die length of predetermined in said redundancy display cycle in 1 field. Here, n is defined as redundancy for convenience.

[Procedure amendment 9]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0258

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0258] Moreover, when expressing the gradation level 9-12, ON signal is outputted synchronizing with the 2nd selection period S assigned to the preceding paragraph of 2nd redundancy display cycle TD2, the 3rd [said], and the 4th selection period S, and ON signal and an OFF signal are outputted synchronizing with the reset period R in the unit display cycles Td1-Td4 of the number according to the gradation level of the pixel concerned.

[Procedure amendment 10]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0289

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0289] In drawing 46, S/ON shows the case where ON signal is outputted in the selection period S of the selected pixel, S/OFF shows the case where the OFF signal is outputted in the selection period S of the pixel concerned, and R/OFF shows the case where the OFF signal is outputted in the reset period R of the pixel concerned. Therefore, in the example of this drawing 46, the time of considering as R/OFF from the time of considering as S/ON serves as a luminescence maintenance period.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-132142

(P2000-132142A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
G 0 9 G 3/34		C 0 9 G 3/34	Z
G 0 2 F 1/133	5 5 0	C 0 2 F 1/133	S 5 0
G 0 9 G 3/20	6 1 1	G 0 9 G 3/20	6 1 1 A
	6 4 1		6 4 1 A

審査請求 未請求 請求項の数38 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願平11-134930

(22) 出願日 平成11年5月14日 (1999.5.14)

(31) 優先権主張番号 特願平10-232116

(32) 優先日 平成10年8月18日 (1998.8.18)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市長瀬区須田町2番56号

(72) 発明者 武内 幸久

愛知県名古屋市長瀬区須田町2番56号 J

本碍子株式会社内

(72) 発明者 七瀬 努

愛知県名古屋市長瀬区須田町2番56号 J

本碍子株式会社内

(74) 代理人 10007/665

弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

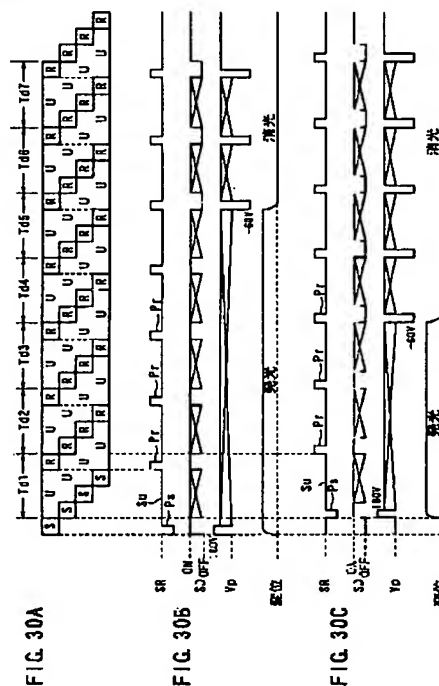
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法

(57) 【要約】

【課題】消費電力を有効に低減させて、高輝度化を達成させる。

【解決手段】1フィールド内に、1つの選択期間Sと最大階調レベルに応じた数の表示サイクルTdを割り当て、表示サイクルTdを非選択期間Uとリセット期間Rとで構成し、ロー電極駆動回路202を通じて選択期間Sに選択パルスPsを出力し、表示サイクルTdにおける非選択期間Uに非選択信号Suを出力し、リセット期間RにリセットパルスPrを出力する。そして、カラム電極駆動回路204を通じて発光維持期間においてON信号を出力し、発光維持期間以外の期間のうち、少なくとも発光維持期間の終了タイミングにおいてOFF信号を出力するように制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】多数の画素がマトリクス状に配列された表示部を有し、供給される画像信号に応じた映像を表示させるディスプレイの駆動装置において、少なくとも1行単位に画素を選択する第1の駆動回路と、選択行に対してON信号とOFF信号からなる表示用情報を出力する第2の駆動回路と、第1及び第2の駆動回路を制御する信号制御回路とを具備し、前記信号制御回路は、少なくとも時間変調方式で階調制御すべく、1枚の画像の表示期間を1フィールドとしたとき、該1フィールド内に、選択された画素の階調レベルに応じて、その発光開始タイミングと、当該画素の選択／非選択状態によらない可変長の発光維持期間を決定することを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項2】請求項1記載のディスプレイの駆動装置において、

前記1フィールド内に、1つの選択期間と最大階調レベルに応じた数の表示サイクルが割り当てられ、前記表示サイクルは、非選択期間とリセット期間にて構成され、

前記信号制御回路は、前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、前記表示サイクル内のリセット期間に消光を示すOFF信号が入力された際に当該画素を消光状態とすることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項3】請求項2記載のディスプレイの駆動装置において、

前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記非選択期間とリセット期間の信号レベルが決定され、

前記発光維持期間以外の期間に当該画素の消光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベルが決定されていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項4】請求項1記載のディスプレイの駆動装置において、

前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと1つのリセット期間が割り当てられ、

前記表示サイクルは、選択期間と非選択期間にて構成され、

前記信号制御回路は、前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、前記リセット期間に当該画素を消光状態とすることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項5】請求項4記載のディスプレイの駆動装置において、

前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベルが決定されていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項6】請求項1記載のディスプレイの駆動装置に

おいて、

前記1フィールド内に、2つの選択期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルと、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルが割り当てられ、前記表示サイクルは、前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間とリセット期間を有することを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項7】請求項6記載のディスプレイの駆動装置において、

当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光開始タイミングが奇偶調整サイクルの先頭の選択期間とほぼ同期するように設定され、

当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光開始タイミングが奇偶調整サイクルの後端の選択期間とほぼ同期するように設定されていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項8】請求項1記載のディスプレイの駆動装置において、

前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと、2つのリセット期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルが割り当てられ、前記表示サイクルは、選択期間と前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間を有することを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項9】請求項8記載のディスプレイの駆動装置において、

当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングが奇偶調整サイクルの終端のリセット期間とほぼ同期するように設定され、

当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングが奇偶調整サイクルの先頭のリセット期間とほぼ同期するように設定されていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項10】請求項1記載のディスプレイの駆動装置において、

前記1フィールド内に、所定長の単位非選択期間を有する少なくとも1つの単位表示サイクルと少なくとも1つの冗長表示サイクルが割り当てられ、

前記冗長表示サイクルは、前記所定長の n 倍（ n は2以上の整数）の長さを有する冗長非選択期間を有することを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項11】請求項10記載のディスプレイの駆動装置において、

最大階調レベルを X 、単位表示サイクルの個数を Y 、冗長表示サイクルの個数を Z としたとき、

$$Z = X / n \text{ の商} - 1$$

$$Y = X - Z \times n$$

$$[\text{サブフィールド総数}(Y + Z) = (X / n - 1) + n]$$

を満足することを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項12】請求項11記載のディスプレイの駆動装置において、

1フィールドの先頭からa個の選択期間が表示サイクル毎に割り当てられ、1フィールドの後端からb個のリセット期間が表示サイクル毎に割り当てられ、

この場合に、

$$a+b=Y+Z+1$$

であることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項13】請求項10～12のいずれか1項に記載のディスプレイの駆動装置において、

単位表示サイクルと冗長表示サイクルの任意の組み合わせで得られる最大階調レベルに応じたサブフィールド総数のうち、最もサブフィールド総数が少ない組み合わせで単位表示サイクルと冗長表示サイクルが割り当てられていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項14】請求項10記載のディスプレイの駆動装置において、

1フィールド内に、少なくとも1つの冗長表示サイクルで構成された第1のサブフィールドブロックと、少なくとも1つの単位表示サイクルで構成された第2のサブフィールドブロックを有し、

前記第1及び第2のサブフィールドブロック間に強制リセット期間を有することを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項15】請求項14記載のディスプレイの駆動装置において、

前記第2のサブフィールドブロックは少なくとも1つの冗長表示サイクルと少なくとも1つの単位表示サイクルで構成されていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項16】請求項1～15のいずれか1項に記載のディスプレイの駆動装置において、

前記ディスプレイは、光が導入される光導波板と、該光導波板の一方の板面に対向して設けられ、かつ多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列された駆動部を具備し、入力される画像信号の属性に応じて前記光導波板に対する前記アクチュエータ部の接触・離隔方向の変位動作を制御して、前記光導波板の所定部位の漏れ光を制御することにより、前記光導波板に前記画像信号に応じた映像を表示させるように構成されていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項17】請求項16記載のディスプレイの駆動装置において、

前記アクチュエータ部は、形状保持層と、該形状保持層に形成された少なくとも一対の電極とを有する作動部と、該作動部を支持する振動部と、該振動部を振動可能に支持する固定部とを有して構成され、

前記ディスプレイは、前記一対の電極への電圧印加によって生じる前記アクチュエータ部の変位動作を前記光導波板に伝達する変位伝達部を有することを特徴とするデ

ィスプレイの駆動装置。

【請求項18】請求項16又は17記載のディスプレイの駆動装置において、

前記駆動部に、それぞれ前記アクチュエータ部に対応してスイッチング素子が形成され、

前記スイッチング素子のオンオフ制御により前記アクチュエータ部の変位動作を制御することを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項19】請求項18記載のディスプレイの駆動装置において、

前記スイッチング素子がバリスタで構成されていることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項20】請求項17～19のいずれか1項に記載のディスプレイの駆動装置において、

前記形状保持層は、圧電／電歪層であることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項21】請求項17～19のいずれか1項に記載のディスプレイの駆動装置において、

前記形状保持層は、反強誘電体層であることを特徴とするディスプレイの駆動装置。

【請求項22】多数の画素がマトリクス状に配列された表示部を有し、供給される画像信号に応じた映像を表示させるディスプレイの駆動方法において、

少なくとも1行単位に画素を選択し、

選択行に対してON信号とOFF信号からなる表示用情報を出力し、

少なくとも時間変調方式で階調制御するものであって、1枚の画像の表示期間を1フィールドとしたとき、該1フィールド内に、選択された画素の階調レベルに応じて、その発光開始タイミングと、当該画素の選択／非選択状態によらない可変長の発光維持期間を決定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項23】請求項22記載のディスプレイの駆動方法において、

前記1フィールド内に、1つの選択期間と最大階調レベルに応じた数の表示サイクルを割り当て、

前記表示サイクルを非選択期間とリセット期間にて構成し、

前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、

前記表示サイクル内のリセット期間に消光を示すOFF信号が入力された際に当該画素を消光状態とすることを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項24】請求項23記載のディスプレイの駆動方法において、

前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記非選択期間とリセット期間の信号レベルを決定し、

前記発光維持期間以外の期間に当該画素の消光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベル

を決定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項25】請求項22記載のディスプレイの駆動方法において、

前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと1つのリセット期間を割り当て、

前記表示サイクルを選択期間と非選択期間にて構成し、前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、

前記リセット期間に当該画素を消光状態とすることを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項26】請求項25記載のディスプレイの駆動方法において、

前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベルを決定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項27】請求項22記載のディスプレイの駆動方法において、

前記1フィールド内に、2つの選択期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルと、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルを割り当て、

前記表示サイクルに前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間とリセット期間を設定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項28】請求項27記載のディスプレイの駆動方法において、

当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光開始タイミングを奇偶調整サイクルの先頭の選択期間とほぼ同期するように設定し、

当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光開始タイミングを奇偶調整サイクルの後端の選択期間とほぼ同期するように設定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項29】請求項22記載のディスプレイの駆動方法において、

前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと、2つのリセット期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルを割り当て、

前記表示サイクルに選択期間と前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間を設定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項30】請求項29記載のディスプレイの駆動方法において、

当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングを奇偶調整サイクルの終端のリセット期間とほぼ同期するように設定し、

当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングを奇偶調整サイクルの先頭のリセット期間とほぼ同期するように設定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項31】請求項22記載のディスプレイの駆動方

法において、

前記1フィールド内に、所定長の単位非選択期間を有する少なくとも1つの単位表示サイクルと少なくとも1つの冗長表示サイクルを割り当て、

前記冗長表示サイクルに前記所定長の n 倍（ n は2以上の整数）の長さを有する冗長非選択期間を設定することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項32】請求項31記載のディスプレイの駆動方法において、

最大階調レベルを X 、単位表示サイクルの個数を Y 、冗長表示サイクルの個数を Z としたとき、

$$Z = X/n \text{ の商} - 1$$

$$Y = X - Z \times n$$

$$[\text{サブフィールド総数}(Y+Z) = (X/n - 1) + n]$$

を満足することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項33】請求項32記載のディスプレイの駆動方法において、

1フィールドの先頭から a 個の選択期間を表示サイクル毎に割り当て、1フィールドの後端から b 個のリセット期間を表示サイクル毎に割り当て、

この場合に、

$$a + b = Y + Z + 1$$

とすることを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項34】請求項31～33のいずれか1項に記載のディスプレイの駆動方法において、単位表示サイクルと冗長表示サイクルの任意の組み合わせで得られる最大階調レベルに応じたサブフィールド総数のうち、最もサブフィールド総数が少ない組み合わせで単位表示サイクルと冗長表示サイクルを割り当てることを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項35】請求項31記載のディスプレイの駆動方法において、

1フィールド内に、少なくとも1つの冗長表示サイクルで構成された第1のサブフィールドブロックと、少なくとも1つの単位表示サイクルで構成された第2のサブフィールドブロックを有し、

前記第1及び第2のサブフィールドブロック間に強制リセット期間を有することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項36】請求項35記載のディスプレイの駆動方法において、

前記第2のサブフィールドブロックを少なくとも1つの冗長表示サイクルと少なくとも1つの単位表示サイクルで構成することを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項37】請求項22～36のいずれか1項に記載のディスプレイの駆動方法において、スイッチング素子のオンオフ制御を通じて前記画素の階調制御を行うことを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【請求項38】請求項37記載のディスプレイの駆動方

法において、
前記スイッチング素子としてバリスタを用いることを特徴とするディスプレイの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイ、あるいは入力される画像信号の属性に応じて光導波板に対するアクチュエータ部の接触・離隔方向の変位動作を制御して、光導波板の所定部位の漏れ光を制御することにより、光導波板に画像信号に応じた映像を表示させるディスプレイ（便宜的に電歪型ディスプレイと記す）等のパネル型のディスプレイを駆動するためのディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、ディスプレイとして、陰極線管（CRT）、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等の表示装置が知られている。

【0003】陰極線管としては、通常のテレビジョン受像機やコンピュータ用のモニタ装置等が知られているが、画面は明るいものの、消費電力が大きく、また、画面の大きさに比較して表示装置全体の奥行きが大きくなるという問題がある。また、表示画像の周辺部で分解能が低下し、像又は図形が歪む。記憶作用がない。大型表示ができないなどの難点もある。

【0004】この理由は、電子銃から放射された電子ビームを大きく偏向させることから、電子ビームがブラウン管の蛍光面に斜めに到達する箇所では発光点（ビームスポット）が広がり、像が斜めに表示されるようになる。これにより、表示画像に歪みが生じることになる。また、ブラウン管内部の大きな空間を真空に保つには限度があるからである。

【0005】一方、パネル型のディスプレイ、例えば液晶ディスプレイは、装置全体を小型化でき、消費電力が少ないという利点がある。プラズマディスプレイ及び電歪型ディスプレイは、前記液晶ディスプレイと同様に、表示部自体が体積をとらないため、小型化が可能であり、平板な表示面であるため、見やすいという長所があり、特に、交流型プラズマディスプレイ及び電歪型ディスプレイにおいては、セルの記憶作用により、リフレッシュメモリが不要であるという長所も有する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このようなパネル型のディスプレイにおいて、消費電力を有効に低減させることができ、高輝度化を達成させることができるディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法を提供することを目的とする。

【0007】また、本発明の他の目的は、サブフィールド駆動による階調制御において、消費電力を有効に低減させることができ、高輝度化を達成させることができる

ディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法を提供することにある。

【0008】また、本発明の他の目的は、サブフィールド駆動による階調制御において、サブフィールド総数の低減を図ることができ、消費電力を有効に低減させることができるディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、多数の画素がマトリクス状に配列された表示部を有し、供給される画像信号に応じた映像を表示させるディスプレイの駆動装置において、少なくとも1行単位に画素を選択する第1の駆動回路と、選択行に対してON信号とOFF信号からなる表示用情報を出力する第2の駆動回路と、第1及び第2の駆動回路を制御する信号制御回路とを具備し、前記信号制御回路は、少なくとも時間変調方式で階調制御すべく、1枚の画像の表示期間を1フィールドとしたとき、該1フィールド内に、選択された画素の階調レベルに応じて、その発光開始タイミングと、当該画素の選択／非選択状態によらない可変長の発光維持期間を決定するように構成する。

【0010】前記信号制御回路による制御によって、1枚の画像の表示期間を1フィールドとしたとき、該1フィールド内に、選択された画素の階調レベルに応じて、当該画素の発光開始タイミングと、当該画素の選択／非選択状態によらない可変長の発光維持期間が決定される。そのため、当該画素は、発光開始タイミングにほぼ同期して発光が開始され、発光維持期間にわたってその発光状態が維持されることになる。

【0011】この場合、1フィールドを複数のサブフィールドに分けて、各サブフィールド毎に強制リセットする駆動方式（プラズマディスプレイ等で採用）と比べ、消費電力を有効に低減させることができる。しかも、発光維持期間にわたって発光状態が維持されることから輝度の向上も実現させることが可能となる。

【0012】そして、前記構成において、前記1フィールド内に、1つの選択期間と最大階調レベルに応じた数の表示サイクルを割り当て、前記表示サイクルを非選択期間とリセット期間にて構成し、前記信号制御回路にて、前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、前記表示サイクル内のリセット期間に消光を示すOFF信号が入力された際に当該画素を消光状態とするように構成してもよい。

【0013】これにより、選択期間を1フィールドの先頭に割り当てた場合を想定したとき、当該画素の階調レベルに応じて、1フィールドの先頭から1つの表示サイクルあるいは複数の表示サイクルが連続して選択され、その選択された表示サイクルの先頭においてON信号が出力され、選択された表示サイクルの次の表示サイクルのリセット期間においてOFF信号が出力されることに

なる。つまり、選択された表示サイクルの先頭が発光開始タイミングであり、該選択された表示サイクルに相当する期間が発光維持期間となる。

【0014】この場合、1フィールド内での当該画素に対する発光と消光のサイクルが1回のみとなり、消費電力の低減を有効に図ることができる。また、階調と輝度の線形性が良好となり、高精度な階調表現が可能となる。更に、発光時間の効率も高くなる。

【0015】また、前記構成において、前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記非選択期間とリセット期間の信号レベルを決定し、前記発光維持期間以外の期間に当該画素の消光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベルを決定するようにしてもよい。この場合、発光維持期間での発光維持、発光維持期間以外の期間での消光維持が容易に達成でき、上述した1フィールド内での1回のみの発光と消光のサイクルを確実に行わせることが可能となる。

【0016】また、前記構成において、前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと1つのリセット期間を割り当て、前記表示サイクルを選択期間と非選択期間にて構成し、前記信号制御回路にて、前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、前記リセット期間に当該画素を消光状態とするように構成してもよい。

【0017】これにより、リセット期間を1フィールドの後端に割り当てた場合を想定したとき、当該画素の階調レベルに応じて、1フィールドの後端から1つの表示サイクルあるいは複数の表示サイクルが連続して選択され、その選択された表示サイクルの先頭においてON信号が出力され、後端のリセット期間においてOFF信号が出力されることになる。

【0018】この場合も、1フィールド内での当該画素に対する発光と消光のサイクルが1回のみとなり、消費電力の低減を有効に図ることができる。階調と輝度の線形性が良好となり、高精度な階調表現が可能となる。更に、発光時間の効率も高くなる。特に、選択された表示サイクル毎に選択期間が存在するため、当該画素における発光維持期間にわたって十分に輝度を維持させることができる。

【0019】また、前記構成において、前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベルを決定するようにしてもよい。これにより、発光維持期間での発光維持、発光維持期間以外の期間での消光維持が容易に達成でき、上述した1フィールド内での1回のみの発光と消光のサイクルを確実に行わせることが可能となる。

【0020】また、前記構成において、前記1フィールド内に、2つの選択期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルと最大階調レベルに応じた数の表示サイクルを割り当て、前記表示サイクルに前記所

定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間とリセット期間を設定するようにしてもよい。

【0021】この場合、例えば1フィールドで8階調を表現する場合を想定したとき、単位表示サイクルのみで構成したときは、1つの行に関し、8回の選択走査が必要になるが、所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間が設定された表示サイクルを割り当てると、1つの行に関し、5回の選択走査で済み、1つの行を選択するためのサイクル（行走査サイクル）を低減させることができる。これは、消費電力の低減につながり、しかも、冗長非選択期間において発光状態が維持されることから、選択された画素の高輝度化にもつながる。

【0022】そして、当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光開始タイミングを奇偶調整サイクルの先頭の選択期間とほぼ同期するように設定し、当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光開始タイミングを奇偶調整サイクルの後端の選択期間とほぼ同期するように設定する。

【0023】また、前記構成において、前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと2つのリセット期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルを割り当て、前記表示サイクルに選択期間と前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間を設定するようにしてもよい。

【0024】この場合も、前記行走査サイクルを低減させることができ、消費電力の低減を図ることができる。

【0025】そして、当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングを奇偶調整サイクルの終端のリセット期間とほぼ同期するように設定し、当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングを奇偶調整サイクルの先頭のリセット期間とほぼ同期するように設定する。

【0026】また、前記構成において、前記1フィールド内に、所定長の単位非選択期間を有する少なくとも1つの単位表示サイクルと少なくとも1つの冗長表示サイクルを割り当て、前記冗長表示サイクルに、前記所定長の n 倍（ n は2以上の整数）の長さを有する冗長非選択期間を設けるようにしてもよい。

【0027】ここで、例えば1フィールドで8階調を表現する場合を想定したとき、1つの行に関し、5回の選択走査で済み、行走査サイクルを大幅に低減させることができる。その結果、消費電力の低減並びに高輝度化を実現させることができる。

【0028】そして、前記構成において、最大階調レベルを X 、単位表示サイクルの個数を Y 、冗長表示サイクルの個数を Z としたとき、

$$Z = X / n \text{ の商} - 1$$

$$Y = X - Z \times n$$

$$[\text{サブフィールド総数}(Y + Z) = (X / n - 1) + n]$$

を満足するようにしてもよい。ここで、サブフィールド総数は上述した行走査サイクルにほかならない。従って、サブフィールド総数を最小にする組み合わせが必ず存在することになり、この組み合わせを採用することによって、消費電力の低減化を更に有効に達成させることができ、しかも、走査回路の負担も軽減させることができる。

【0029】1フィールドの先頭からa個の選択期間を表示サイクル毎に割り当て、1フィールドの後端からb個のリセット期間を表示サイクル毎に割り当て、この場合に、

$$a + b = Y + Z + 1$$

としてもよい。これによって、様々な階調表現が可能となる。このとき、 $b = n$ とした場合は、最大階調レベルに含まれるすべての階調を表現できるが、 $b = n - 1$ として、1つあるいはいくつかの階調レベルを間引きするようにしてもよい。これは、行走査サイクルが低減されるため、低消費電力化を図ることができる。

【0030】また、前記構成において、単位表示サイクルと冗長表示サイクルの任意の組み合わせで得られる最大階調レベルに応じたサブフィールド総数のうち、最もサブフィールド総数が少ない組み合わせで単位表示サイクルと冗長表示サイクルを割り当てるようにしてもよい。

【0031】例えば最大階調レベルを16としたとき、サブフィールド総数は、単位表示サイクルのみでは15、単位表示サイクルと2倍の冗長表示サイクルの組み合わせでは9、単位表示サイクルと4倍の冗長表示サイクルの組み合わせでは7、単位表示サイクルと8倍の冗長表示サイクルの組み合わせでは9となる。この場合に、最もサブフィールド総数が少ない単位表示サイクルと4倍の冗長表示サイクルの組み合わせが選択されることになる。

【0032】その結果、すでに上述したように、消費電力の低減化を更に有効に達成させることができ、しかも、走査回路の負担も軽減させることができることとなる。

【0033】また、前記構成において、1フィールド内に、少なくとも1つの冗長表示サイクルで構成された第1のサブフィールドブロックと少なくとも1つの単位表示サイクルで構成された第2のサブフィールドブロックとを有し、前記第1及び第2のサブフィールド間に強制リセット期間を設けて構成するようにしてもよい。

【0034】第1のサブフィールドブロックにおいて冗長表示サイクルを使用していることから、行走査サイクルの低減を図ることができ、消費電力の低減化を実現させることができる。特に、強制リセット期間を設けるようにしているため、該期間において画素を消光させるに十分な信号を与えることができる。

【0035】また、前記構成において、前記第2のサブ

フィールドブロックを少なくとも1つの冗長表示サイクルと少なくとも1つの単位表示サイクルで構成するようにしてもよい。

【0036】この場合、第2のサブフィールドブロックでの行走査サイクルの低減化も図ることができるため、消費電力の低減化を更に実現させることができる。

【0037】そして、前記構成において、ディスプレイを、光が導入される光導波板と、該光導波板の一方の板面に対向して設けられ、かつ多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列された駆動部を具備し、入力される画像信号の属性に応じて前記光導波板に対する前記アクチュエータ部の接触・離隔方向の変位動作を制御して、前記光導波板の所定部位の漏れ光を制御することにより、前記光導波板に前記画像信号に応じた映像を表示させるように構成してもよい。

【0038】この場合に前記第1及び第2の駆動回路は、次の点を特徴とすることが望ましい。

(1) アクチュエータ部が容量性負荷となるため、該容量性負荷を駆動することを考慮に入れて、例えばアクチュエータ部を屈曲変位させる電圧（オン電圧）の印加終了時に容量性負荷に加わる分圧比が50%以上であることが望ましい。

(2) 画素のオン状態及びオフ状態が表現できるだけのアクチュエータ部の変位量を得るために、20V以上の電圧出力が可能であることが望ましい。

(3) 出力電流の向きが双方向にとられることを考慮に入れる。

(4) 行方向及び列方向の2電極構造の負荷を駆動するものである。

【0039】特に、前記アクチュエータ部を、形状保持層と、該形状保持層に形成された少なくとも一対の電極とを有する作動部と、該作動部を支持する振動部と、該振動部を振動可能に支持する固定部とを有して構成し、前記ディスプレイに、前記一対の電極への電圧印加によって生じる前記アクチュエータ部の変位動作を前記光導波板に伝達する変位伝達部を設けるようにしてもよい。

【0040】ここで、形状保持層を有するアクチュエータ部とは、同じ電圧レベルにおいて、2つ乃至それ以上の変位状態を少なくとも有するアクチュエータ部を指す。

【0041】これにより、光導波板の例えば端部から導入される光は、光導波板の屈折率の大きさを調節することにより、全ての光が光導波板の前面及び背面において透過することなく内部で全反射する（消光状態）。この消光状態において、光導波板の例えば背面に変位伝達部が光の波長以下の距離で接触すると、それまで全反射していた光は、光導波板の背面に接触している変位伝達部の表面まで透過する。一旦、変位伝達部の表面に到達した光は、変位伝達部の表面で反射して散乱光として、一部は再度光導波板の中で反射するが、散乱光の大部分は

光導波板で反射されることなく、光導波板の前面を透過することになる（発光状態）。

【0042】このように、光導波板の背面にある変位伝達板の接触の有無により、光導波板の前面における光の発光（漏れ光）の有無を制御することができる。この場合、光導波板に対して変位伝達板を接触・離隔方向に変位動作させる1つの単位を1画素として考えれば、この画素を多数マトリクス状に配列し、入力される画像信号の属性に応じて各画素での変位動作を制御することにより、陰極線管や液晶ディスプレイと同様に、光導波板の前面に画像信号に応じた映像（文字や図形等）を表示させることができる。

【0043】また、形状保持層を有するアクチュエータ部による特徴は以下の通りである。

(1) 消光状態から発光状態へのしきい値特性が、形状保持層が存在しない場合と比して急峻になるため、電圧の振れ幅を狭くでき、回路側の負担を軽減することができる。

(2) 発光状態及び消光状態の差が明確になり、コントラストの向上につながる。

(3) しきい値のばらつきが小さくなり、電圧の設定範囲に余裕が生まれる。

【0044】なお、アクチュエータ部としては、制御の容易性から、例えば上向きに変位するアクチュエータ部（電圧無負荷で離隔状態、電圧印加時に接触するもの）であることが望ましい。特に、表面に一对の電極をもつ構造であることが望ましい。前記形状保持層としては、例えば圧電／電歪層や反強誘電体層が好ましく用いられる。

【0045】そして、前記構成において、前記駆動部に、それぞれ前記アクチュエータ部に対応してスイッチング素子を形成し、前記スイッチング素子のオンオフ制御により前記アクチュエータ部の変位動作を制御するように構成するようにしてもよい。

【0046】これにより、画像信号の入力に基づいて、多数に配されたアクチュエータ部が行単位に選択され、その選択行に関する表示情報（電圧信号）が供給される。通常は、当該選択行とは関係のない非選択行に関するアクチュエータ部へも前記電圧信号が供給されることになるが、このディスプレイでは、非選択行に関するアクチュエータ部については、対応するスイッチング素子をオフにさせることによって、非選択行への前記表示情報の供給を防止することができる。そのため、非選択行に関する画素（アクチュエータ部）を駆動させる必要がなくなり、消費電力の削減化を有効に図ることができる。

【0047】また、アクチュエータ部の静電容量並びに配線抵抗とスイッチングのオン抵抗によるCR時定数は小さいため、スイッチング素子のオンによって、選択行に関するアクチュエータ部は急速に充電される。その後

にスイッチング素子がオフとされると、表示情報の供給線（信号線）とアクチュエータ部間との接続部は非常に高いインピーダンス状態となり、ほぼ開放状態に近い状態となる。これは、抵抗が非常に大きくなることを示す。これにより、前記CR時定数も非常に大きくなる。

【0048】このことから、スイッチング素子がオフになっても、アクチュエータ部に対する表示情報の供給（電圧信号の印加）が維持されることになるため、当該アクチュエータ部は、一定以上の変位量を保持し続け、当該画素のオン状態が維持されることになる。

【0049】このように、非選択行に関するアクチュエータ部は、充電されたまま開放状態として維持され、行選択時に与えられた変位量を信号無印加状態で一定時間維持させることができるため、非選択期間の画素発光が可能となる。このため、高輝度化を実現させることができる。

【0050】また、各スイッチング素子を駆動部（主面でも背面でもよい）に形成することができるため、駆動部上での大規模な配線パターンの形成を行う必要がなくなり、配線の簡略化を図ることができる。

【0051】また、液晶ディスプレイ（TFT-LCD）と異なり、各スイッチング素子を光路と関係のない空間（場所）に設置することができ、各スイッチング素子を駆動部の背面に設けることができる。これにより、画素の開口率を大きくとることができ、輝度の向上を図ることができる。

【0052】そして、前記スイッチング素子をバリスタで構成することが好ましい。この場合、アクチュエータ部を変位動作させる場合に、非常に良好なヒステリシス特性となるため、ほぼ完全な形状保持としてのメモリ効果を得ることができる。

【0053】次に、本発明は、多数の画素がマトリクス状に配列された表示部を有し、供給される画像信号に応じた映像を表示させるディスプレイの駆動方法において、少なくとも1行単位に画素を選択し、選択行に対してON信号とOFF信号からなる表示用情報を出し、少なくとも時間変調方式で階調制御するものであって、1枚の画像の表示期間を1フィールドとしたとき、該1フィールド内に、選択された画素の階調レベルに応じて、その発光開始タイミングと、当該画素の選択／非選択状態によらない可変長の発光維持期間を決定することとを特徴とする。

【0054】そして、この方法において、前記1フィールド内に、1つの選択期間と最大階調レベルに応じた数の表示サイクルを割り当て、前記表示サイクルを非選択期間とリセット期間にて構成し、前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、前記表示サイクル内のリセット期間に消光を示すOFF信号が入力された際に当該画素を消光状態とするようにしてもよい。

【0055】この場合、前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記非選択期間とリセット期間の信号レベルを決定し、前記発光維持期間以外の期間に当該画素の消光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベルを決定するようにしてもよい。

【0056】また、前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと1つのリセット期間を割り当て、前記表示サイクルを選択期間と非選択期間にて構成し、前記選択期間に発光を示すON信号が入力された際に当該画素を発光状態とし、前記リセット期間に当該画素を消光状態とするようにしてもよい。

【0057】この場合、前記発光維持期間に当該画素の発光状態が維持されるように前記選択期間と非選択期間の信号レベルを決定するようにしてもよい。

【0058】また、前記方法において、前記1フィールド内に、2つの選択期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルと最大階調レベルに応じた数の表示サイクルを割り当て、前記表示サイクルに前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間とリセット期間を設定するようにしてもよい。

【0059】当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光開始タイミングを奇偶調整サイクルの先頭の選択期間とほぼ同期するように設定し、当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光開始タイミングを奇偶調整サイクルの後端の選択期間とほぼ同期するように設定する。

【0060】また、前記方法において、前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルと2つのリセット期間の間に所定長の単位非選択期間を有する奇偶調整サイクルを割り当て、前記表示サイクルに選択期間と前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間を設定するようにしてもよい。

【0061】当該画素の階調レベルが奇数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングを奇偶調整サイクルの終端のリセット期間とほぼ同期するように設定し、当該画素の階調レベルが偶数である場合、前記発光維持期間の終了タイミングを奇偶調整サイクルの先頭のリセット期間とほぼ同期するように設定する。

【0062】また、前記方法において、前記1フィールド内に、所定長の単位非選択期間を有する少なくとも1つの単位表示サイクルと少なくとも1つの冗長表示サイクルを割り当て、前記冗長表示サイクルに前記所定長の n 倍（ n は2以上の整数）の長さを有する冗長非選択期間を設定するようにしてもよい。

【0063】この場合、最大階調レベルを X 、単位表示サイクルの個数を Y 、冗長表示サイクルの個数を Z としたとき、

$$Z = X/n \text{ の商} - 1$$

$$Y = X - Z \times n$$

$$[\text{サブフィールド総数}(Y+Z) = (X/n - 1) + n]$$

を満足するようにしてもよい。

【0064】また、1フィールドの先頭から a 個の選択期間を表示サイクル毎に割り当て、1フィールドの後端から b 個のリセット期間を表示サイクル毎に割り当て、この場合に、

$$a + b = Y + Z + 1$$

としてもよい。このとき、 $b = n$ でもよく、 $b = n - 1$ でもよい。

【0065】特に、単位表示サイクルと冗長表示サイクルの任意の組み合わせで得られる最大階調レベルに応じたサブフィールド総数のうち、最もサブフィールド総数が少ない組み合わせで単位表示サイクルと冗長表示サイクルを割り当てることが好ましい。

【0066】また、前記方法において、1フィールド内に、少なくとも1つの冗長表示サイクルで構成された第1のサブフィールドブロックと、少なくとも1つの単位表示サイクルで構成された第2のサブフィールドブロックを有し、前記第1及び第2のサブフィールドブロック間に強制リセット期間を有するようにしてもよい。

【0067】この場合、前記第2のサブフィールドブロックを少なくとも1つの冗長表示サイクルと少なくとも1つの単位表示サイクルで構成するようにしてもよい。

【0068】また、上述の駆動方法において、スイッチング素子のオンオフ制御を通じて前記画素の階調制御を行うようにしてもよい。この場合、スイッチング素子としてバリスタを用いることが好ましい。

【0069】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法の実施の形態例（以下、単に実施の形態に係る駆動装置と記す）を図1～図48Bを参照しながら説明するが、その前に、本実施の形態に係る駆動装置が適用されるディスプレイの構成について図1～図28を参照しながら説明する。

【0070】ディスプレイの全体構成

このディスプレイDは、図1に示すように、光源（図示せず）からの光10が導入される光導波板12と、該光導波板12の背面に対向して設けられ、かつ多数のアクチュエータ部14が画素に対応して配列された駆動部16を有して構成されている。

【0071】駆動部16は、例えばセラミックスにて構成されたアクチュエータ基板18を有し、該アクチュエータ基板18の各画素に応じた位置にアクチュエータ部14が配設されている。前記アクチュエータ基板18は、一主面が光導波板12の背面に対向するように配置されており、該一主面は連続した面（面一）とされている。アクチュエータ基板18の内部には、各画素に対応した位置にそれぞれ後述する振動部を形成するための空所20が設けられている。各空所20は、アクチュエー

タ基板 18 の他端面に設けられた径の小さい貫通孔 18 a を通じて外部と連通されている。

【0072】前記アクチュエータ基板 18 のうち、空所 20 の形成されている部分が薄肉とされ、それ以外の部分が厚肉とされている。薄肉の部分は、外部応力に対して振動を受けやすい構造となつて振動部 22 として機能し、空所 20 以外の部分は厚肉とされて前記振動部 22 を支持する固定部 24 として機能するようになっている。

【0073】つまり、アクチュエータ基板 18 は、最下層である基板層 18 A と中間層であるスペーサ層 18 B と最上層である薄板層 18 C の積層体であつて、スペーサ層 18 B のうち、画素に対応する箇所に空所 20 が形成された一体構造体として把握することができる。基板層 18 A は、補強用基板として機能するほか、配線用の基板としても機能するようになっている。なお、前記アクチュエータ基板 18 は、一体焼成であっても、後付けであってもよい。

【0074】各アクチュエータ部 14 は、図示するように、前記振動部 22 と固定部 24 のほか、該振動部 22 上に直接形成された圧電／電歪層や反強誘電体層等の形状保持層 26 と、該形状保持層 26 の上面に形成された一対の電極 28 (ロー電極 28 a 及びカラム電極 28 b) とを有するアクチュエータ部本体 30 と、図 1 に示すように、該アクチュエータ部本体 30 上に接続され、かつ光導波板 12 との接触面積を大きくして画素に応じた面積にする変位伝達部 32 とを有して構成されている。

【0075】即ち、このディスプレイ D は、アクチュエータ基板 18 上に、形状保持層 26 及び一対の電極 28 からなるアクチュエータ部本体 30 を形成した構造を有する。一対の電極 28 は、形状保持層 26 に対して上下に形成した構造や片側だけに形成した構造でもかまわないが、アクチュエータ基板 18 と形状保持層 26 との接合性を有利にするには、このディスプレイ D のように、アクチュエータ基板 18 と形状保持層 26 とが段差のない状態で直接接するように、形状保持層 26 の上部 (アクチュエータ基板 18 とは反対側) のみに一対の電極 28 を形成した方が好ましい。

【0076】各構成部材の形状等の説明

各部材の形状については、特開平 10-78549 号公報に詳細に説明されているため、ここでは簡単に説明する。

【0077】まず、振動部 22 及び形状保持層 26 の平面形状は、円形状、長円形状 (トラック形状)、楕円形状、矩形状 (コーナー部が角のとれた形状を含む)、多角形状 (例えば八角形状で各頂角部分が丸みを帯びた形状を含む) などである。

【0078】この場合、振動部 22 の大きさが最も大きく、次いで一対の電極 28 の外周形状とされ、形状保持

層 26 の平面形状が最も小さく設定されている。なお、一対の電極 28 a 及び 28 b の外周形状が最も大きくなるように設定してもよい。

【0079】一対の電極 28 (ロー電極 28 a 及びカラム電極 28 b) の平面形状は、図 2 に示すように、多数のくし歯が相補的に対峙した形状としてもよく、その他、特開平 10-78549 号公報にも示されているように、渦巻き状或多枝形状などを採用することができる。

【0080】形状保持層 26 の平面形状を例えば楕円形状とし、一対の電極 28 をくし歯状に形成した場合は、図 3 A 及び図 3 B に示すように、形状保持層 26 の長軸に沿って一対の電極 28 のくし歯が配列される形態や、図 4 A 及び図 4 B に示すように、形状保持層 26 の短軸に沿って一対の電極 28 のくし歯が配列される形態などがある。

【0081】そして、図 3 A 及び図 4 A に示すように、一対の電極 28 のくし歯の部分が形状保持層 26 の平面形状内に含まれる形態や、図 3 B 及び図 4 B に示すように、一対の電極 28 のくし歯の部分が形状保持層 28 の平面形状からはみ出した形態などがある。図 3 B 及び図 4 B に示す形態の方がアクチュエータ部 14 の屈曲変位において有利である。

【0082】一対の電極 28 としては、例えば図 5 に示すように、形状保持層 26 の下面に例えばロー電極 28 a を形成し、形状保持層 26 の上面にカラム電極 28 b を形成するようにしてもよい。

【0083】この場合、図 1 に示すように、アクチュエータ部 14 を光導波板 12 側に凸となるように、一方向に屈曲変位させることが可能であるほか、アクチュエータ部 14 を空所 20 側に凸となるように、他方向に屈曲変位させることも可能である。

【0084】そして、各電極 28 a 及び 28 b に通じる配線は、図 6 の例に基づいて説明すると、多数の画素の行数に応じた本数の垂直選択線 40 と、多数の画素の列数に応じた本数の信号線 42 とを有する。

【0085】各垂直選択線 40 は、各画素 (アクチュエータ部 14 : 図 1 参照) におけるロー電極 28 a に電気的に接続され、各信号線 42 は、各画素 14 のカラム電極 28 b に電気的に接続されている。また、前記各垂直選択線 40 は、前列の画素に関するロー電極 28 a から導出されて当該画素に関するロー電極 28 a に接続されて、1 つの行に関し、シリーズに配線された形となっている。信号線 42 は、列方向に延びる本線 42 a と該本線 42 a から分岐して各画素 14 のカラム電極 28 b に接続される支線 42 b からなる。

【0086】各垂直選択線 40 への電圧信号の供給は、図示しない配線基板 (アクチュエータ基板 18 の他主面に貼り合わされている) からスルーホール 44 を通じて行われ、各信号線 42 への電圧信号の供給も、図示しな

い前記配線基板からスルーホール46を通じて行われるようになっている。

【0087】垂直選択線40のスルーホール44は、信号線42の場合と異なって、垂直選択線40上に形成されないため、スルーホールと一方の電極28a間にそれらの電氣的導通を図るための中継導体48が形成される。

【0088】なお、各垂直選択線40と各信号線42とが交差する部分には、互いの配線40及び42間の絶縁をとるためにシリコン酸化膜、ガラス膜、樹脂膜等からなる絶縁膜50（二点鎖線で示す）が介在されている。

【0089】また、振動部22の形状、形状保持層26の平面形状、一対の電極28にて形づくられる外周形状は、円と楕円の組み合わせでもよいし、矩形状と楕円の組み合わせでもよく、特に限定されるものではない。また、形状保持層26の平面形状は、ここでは図示しないが、リング状とすることも好ましく採用される。この場合も、外周形状として、円、楕円、矩形状など種々のものが挙げられる。形状保持層26の平面形状をリング状とすることにより、中空部分に電極を形成する必要がないため、変位量を小さくすることなく静電容量を小さくすることができる。

【0090】図6の例では、アクチュエータ基板18上での各アクチュエータ部14（画素）の配置をマトリクス状とした例を示したが、その他、各行に対して画素（アクチュエータ部14）を千鳥状に配置するようにしてもよい。

【0091】形状保持層の説明

ところで、形状保持層26として、圧電／電歪層を用いる場合、該圧電／電歪層としては、例えば、ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、マグネシウムタンタル酸鉛、ニッケルタンタル酸鉛、アンチモンズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム、マグネシウムタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛等、又はこれらの何れかの組合せを含有するセラミックスが挙げられる。これらの化合物が50重量%以上を占める主成分であってもよいことはいうまでもない。また、上記セラミックスのうち、ジルコン酸鉛を含有するセラミックスは、本実施の形態の圧電／電歪層の構成材料として最も使用頻度が高い。

【0092】また、圧電／電歪層をセラミックスにて構成する場合、上記セラミックスに、更に、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン等の酸化物、若しくはこれらの何れかの組合せ、又は他の化合物を、適宜、添加したセラミックスを用いてもよい。

【0093】例えば、マグネシウムニオブ酸鉛とジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とからなる成分を主成分とし、更にランタンやストロンチウムを含有するセラミックスを

用いることが好ましい。

【0094】圧電／電歪層は、緻密であっても、多孔質であってもよく、多孔質の場合、その気孔率は40%以下であることが好ましい。

【0095】形状保持層26として、反強誘電体層を用いる場合、該反強誘電体層としては、ジルコン酸鉛を主成分とするもの、ジルコン酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分を主成分とするもの、更にはジルコン酸鉛に酸化ランタンを添加したもの、ジルコン酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分に対してジルコン酸鉛やニオブ酸鉛を添加したものが望ましい。

【0096】特に下記の組成のようにジルコン酸鉛とスズ酸鉛からなる成分を含む反強誘電体膜をアクチュエータ部14のような膜型素子として適用する場合、比較的低電圧で駆動することができるため、特に好ましい。

【0097】 $Pb_{0.99}Nb_{0.02}[(Zr_xSn_{1-x})_{1-y}Ti_y]_{0.98}O_3$

但し、 $0.5 < x < 0.6$, $0.05 < y < 0.063$, $0.01 < Nb < 0.03$

また、この反強誘電体層は、多孔質であっても良く、多孔質の場合には気孔率30%以下であることが望ましい。

【0098】そして、振動部22の上に形状保持層26を形成する方法としては、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、電気泳動法等の各種厚膜形成法や、イオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相蒸着法（CVD）、めっき等の各種薄膜形成法を用いることができる。

【0099】この実施の形態においては、振動部22上に前記形状保持層26を形成するにあたっては、スクリーン印刷法やディッピング法、塗布法、電気泳動法等による厚膜形成法が好適に採用される。

【0100】これらの手法は、平均粒径0.01～5μm、好ましくは0.05～3μmの圧電セラミックスの粒子を主成分とするペーストやスラリー、又はサスペンション、エマルジョン、ゾル等を用いて形成することができ、良好な圧電作動特性が得られるからである。

【0101】特に、電気泳動法は、膜を高い密度で、かつ、高い形状精度で形成することができることをはじめ、「電気化学および工業物理化学 Vol. 53, No. 1 (1985), p63～68 安斎和夫著」あるいは「第1回電気泳動法によるセラミックスの高次成形法 研究討論会 予稿集 (1998), p5～6, p23～24」等の技術文献に記載されるような特徴を有する。従って、要求精度や信頼性等を考慮して、適宜、手法を選択して用いるとよい。

【0102】ディスプレイの動作説明

次に、前記構成を有するディスプレイDの動作を図1を参照しながら簡単に説明する。まず、光導波板12の例えば端部から光10が導入される。この場合、光導波板

12の屈折率の大きさを調節することにより、全ての光10が光導波板12の前面及び背面において透過することなく内部で全反射する。この状態において、あるアクチュエータ部14が選択状態とされて、光導波板42の背面に前記アクチュエータ部14に対応する変位伝達部32が光の波長以下の距離で接触すると、それまで全反射していた光10は、光導波板12の背面に接触している変位伝達部32の表面まで透過する。

【0103】一旦、変位伝達部32の表面に到達した光10は、変位伝達部32の表面で反射して散乱光52として、一部は再度光導波板12の中で反射するが、散乱光52の大部分は光導波板12で反射されることなく、光導波板12の前面を透過することになる。

【0104】つまり、光導波板12の背面にある変位伝達部32の接触の有無により、光導波板12の前面における光の発光（漏れ光）の有無を制御することができる。特に、本実施例に係るディスプレイでは、光導波板12に対して変位伝達部32を接触・離隔方向に変位動作させる1つの単位を1画素とし、更にこの画素を多数マトリクス状、あるいは各行に関し千鳥状に配列するようにしているため、入力される画像信号の属性に応じて各画素での変位動作を制御することにより、陰極線管や液晶ディスプレイ並びにプラズマディスプレイと同様に、光導波板の前面に画像信号に応じた映像（文字や図形等）を表示させることができる。

【0105】アクチュエータ部の動作原理
次に、形状保持層26として圧電層を用いた場合の各アクチュエータ部14での動作原理を図7の屈曲変位特性と図8の電荷-印加電圧特性に基づいて説明する。

【0106】図7に示す屈曲変位特性は、アクチュエータ部14に加えられる電圧を連続的に変化させたときのアクチュエータ部14の屈曲変位をみたものである。この例では、図1に示すように、アクチュエータ部14が一方方向（光導波板12に接近する方向）に屈曲変位する場合を正方向としている。

【0107】図8に示す電荷-印加電圧特性は、同じくアクチュエータ部14に加えられる電圧を連続的に変化させた場合に、アクチュエータ部14における一対の電極28a及び28b間に蓄積される電荷量Qの変化をみたものである。図1に示すディスプレイDにおいては、図6に基づいて説明したように、一対の電極28a及び28bのうち、ロー電極28aに垂直選択線40が接続され、カラム電極28bに信号線42が接続されていることから、図7及び図8の横軸に示す印加電圧は、当該アクチュエータ部14に関する垂直選択線40と信号線42との間の電圧を示すことになる。

【0108】具体的に前記屈曲変位特性の測定について一例をあげて説明する。まず、アクチュエータ部14の一対の電極28a及び28b間に周波数が1kHz、正側ピーク電圧が180V、負側ピーク電圧が-60Vの

sin波を印加し、そのときの各ポイント（点A～点H）での変位量を連続してレーザ変位計で測定する。そのときの測定結果を電圧-屈曲変位グラフにプロットしたものが図7の屈曲変位特性である。図7の矢印に示されるように、屈曲変位の変位量は、印加電圧の連続的な増減によってある程度のヒステリシスをもって連続的に変化している。また、図8に示すように、一対の電極28a及び28bに蓄積される電荷量Qも、図7の特性と同様に、印加電圧の連続的な増減によってある程度のヒステリシスをもって連続的に変化している。

【0109】具体的に、まず、測定を点Bで示す電圧無負荷状態（印加電圧=0V）から開始したとすると、この点Bにおいては、形状保持層26に伸びは生じず、変位伝達部32と光導波板12とは離隔された状態、即ち、消光状態にある。電荷量Qも最低のレベルにある。

【0110】次に、アクチュエータ部14の一対の電極28a及び28b間に正側ピーク値（=180V）が印加されると、点Eに示すように、電荷量Qの増加に伴って、形状保持層26が伸びることとなり、アクチュエータ部14は、一方方向（光導波板12に接近する方向）に屈曲変位する。このとき、電荷量Qは最大レベルとなる。このアクチュエータ部14の凸状変形によって変位伝達部32が光導波板12側に変位し、該変位伝達部32は光導波板12に接触することとなる。

【0111】変位伝達部32は、アクチュエータ部14の屈曲変位に対応して光導波板12の背面に接触するものであるが、変位伝達部32が光導波板12の背面に接触すると、例えば光導波板12内で全反射されていた光10が、光導波板12の背面を透過して変位伝達部32の表面まで透過し、変位伝達部32の表面で反射する。これによって、当該アクチュエータ部14に対応する画素が発光状態となる。

【0112】なお、変位伝達部32は、光導波板12の背面を透過した光を反射するため、更には光導波板12との接触面積を所定以上に大きくするために設けられるものである。即ち、変位伝達部32と光導波板12との接触面積により、発光面積が規定される。

【0113】そして、前記ディスプレイDでは、変位伝達部32は、実質的な発光面積を規定する板部材32aとアクチュエータ部本体30の変位を板部材32aに伝達するための変位伝達部材32bを有する。

【0114】なお、変位伝達部32と光導波板12との接触とは、変位伝達部32と光導波板12とが光10（光導波板12に導入される光10）の波長以下の距離に位置することを意味する。

【0115】また、光導波板12に接触する板部材32a以外のところを金属膜や、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を含んだ膜で形成されたブラックマトリクスで覆うことが好ましい。中でも、Cr、Al、Ni、Ag等の金属膜をブラックマトリクスとして使うと光の吸

収が小さいため、光導波板 12 を伝搬する光の減衰、散乱を抑制することができ、特に好ましく用いられる。また、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を含んだ膜をブラックマトリクスとして使うと、光の吸収性がよく、コントラストを向上させることができる。

【0116】次に、アクチュエータ部 14 の一対の電極 28a 及び 28b 間への電圧印加を停止して、電圧無負荷状態とした場合、アクチュエータ部 14 は、凸の状態から元の状態（点 B の状態）に戻ろうとするが、ヒステリシス特性の関係から、完全に点 B の状態までは戻らず、点 B よりも僅かに一方向に変位した状態（点 H の状態）となる。この状態においては、変位伝達部 32 と光導波板 12 とは隔離された状態、即ち、消光状態となっている。

【0117】次に、アクチュエータ部 14 の一対の電極 28a 及び 28b 間に負側ピーク電圧（ -60V ）が印加されると、点 A に示すように、形状保持層 26 は縮むこととなる。これによって、前記電圧無負荷状態での僅かな一方向への変位が打ち消されて、完全に元の状態に復元することになる。

【0118】そして、図 7 及び図 8 の特性図からもわかるように、前記一対の電極 28a 及び 28b 間に正側ピーク電圧（ $+180\text{V}$ ）を印加して発光状態とした後に、印加電圧を例えば $+20\text{V} \sim +100\text{V}$ にまで低下させても、形状保持層 26 の記憶作用（ヒステリシス特性）によって、前記発光状態を維持する。この記憶作用は、消光状態でも同じであり、一対の電極 28a 及び 28b 間に例えば 0V もしくは負側ピーク電圧（ -60V ）を印加して消光状態とした後に、印加電圧を例えば $+20\text{V} \sim +100\text{V}$ にまで上昇させても、形状保持層 26 の記憶作用（ヒステリシス特性）によって、前記消光状態を維持する。

【0119】つまり、形状保持層 26 を有するアクチュエータ部 14 は、同じ電圧レベルにおいて、2 つ乃至それ以上の変位状態を少なくとも有するアクチュエータ部 14 として定義することができる。

【0120】前記形状保持層 26 を有するアクチュエータ部 14 による特徴は以下の通りである。

(1) 消光状態から発光状態へのしきい値特性が形状保持層 26 が存在しない場合と比して急峻になるため、電圧の振れ幅を狭くでき、回路側の負担を軽減することができる。

(2) 発光状態及び消光状態の差が明確になり、コントラストの向上につながる。

(3) しきい値のばらつきが小さくなり、電圧の設定範囲に余裕が生まれる。

【0121】なお、アクチュエータ部 14 としては、制御の容易性から、例えば上向きに変位するアクチュエータ部 14（電圧無負荷で離隔状態、電圧印加時に接触するもの）であることが望ましい。特に、表面に一対の電

極 28a 及び 28b をもつ構造であることが望ましい。

【0122】駆動装置の説明

次に、図 9 を参照しながら本実施の形態に係る駆動装置 200 について説明する。この駆動装置 200 は、多数のアクチュエータ部 14 がマトリクス状、あるいは千鳥状に配列された駆動部 16 における垂直選択線 40（各行毎のアクチュエータ部 14 におけるロー電極 28a にシリーズに接続されている）に選択的にロー信号 SR を供給して、1 行単位にアクチュエータ部 14 を順次選択するロー電極駆動回路 202 と、前記駆動部 16 の信号線 42 にパラレルにデータ信号 SD を出力して、ロー電極駆動回路 202 にて選択された行（選択行）の各アクチュエータ部 14 のカラム電極 28b にそれぞれデータ信号 SD を供給するカラム電極駆動回路 204 と、入力される映像信号 Sv 及び同期信号 Ss に基づいてロー電極駆動回路 202 及びカラム電極駆動回路 204 を制御する信号制御回路 206 とを有して構成されている。

【0123】ロー電極駆動回路 202 には、内部のロジック回路での論理演算のためのロジック電源電圧（例えば $\pm 5\text{V}$ ）と、ロー信号 SR を生成するための 3 種類のロー側電源電圧（例えば -100V 、 -20V 及び $+60\text{V}$ ）が図示しない電源回路を通じて供給され、カラム電極駆動回路 204 には、前記ロジック電源電圧と、データ信号 SD を生成するための 2 種類のカラム側電源電圧（例えば 80V 、 0V ）が図示しない電源回路を通じて供給されている。

【0124】ここで、3 種類のロー側電源電圧のうち、 -100V は後述する選択パルス Ps のピーク電圧として使用され、 -20V は非選択信号 Su のピーク電圧として使用され、 60V はリセットパルス Pr のピーク電圧として使用される。また、2 種類のカラム側電源電圧のうち、 80V は後述する ON 信号のピーク電圧として使用され、 0V は OFF 信号のピーク電圧として使用される。

【0125】信号制御回路 206 は、その内部にタイミングコントローラ、フレームメモリ及び I/O バッファを有し、ロー側電極駆動回路 202 に通じるロー側制御線 208 並びにカラム側電極駆動回路 204 に通じるカラム側制御線 210 を通じてこれらロー電極駆動回路 202 及びカラム電極駆動回路 204 を時間変調方式で階調制御するように構成されている。

【0126】前記ロー電極駆動回路 202 及びカラム電極駆動回路 204 は、次の点を特徴とすることが望ましい。

(1) アクチュエータ部 14 が容量性負荷となるため、該容量性負荷を駆動することを考慮に入れて、例えばアクチュエータ部 14 を屈曲変位させる電圧（オン電圧）の印加終了時に容量性負荷に加わる分圧比が 50% 以上であることが望ましい。

(2) 画素の発光状態及び消光状態が表現できるだけ

のアクチュエータ部14の変位量を得るために、20V以上の電圧出力が可能であることが望ましい。

(3) 出力電流の向きが双方向にとられることを考慮に入れる。

(4) 行方向及び列方向の2電極構造の負荷を駆動することができるものとするが望ましい。

【0127】ディスプレイの変形例

次に、ディスプレイDのいくつかの変形例について、図10～図28を参照しながら説明する。なお、図1と対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0128】まず、第1の変形例に係るディスプレイDaは、図10に示すように、図1に示すディスプレイDとはほぼ同じ構成を有するが、形状保持層26の上面に上部電極28aが形成され、形状保持層26の下面に下部電極28bが形成されている点と、図11に示すように、アクチュエータ基板18(図10参照)上における各アクチュエータ部14の近傍にスイッチング用のTFT(薄膜トランジスタ)60が形成されている点で異なる。この場合、各アクチュエータ部14の上部電極28aは、対応するTFT60のソース/ドレイン領域62にコンタクト64を通じて電氣的に接続されている。

【0129】また、図11に示すように、上部電極28aの平面形状(実線参照)、形状保持層26の平面形状(一点鎖線参照)及び下部電極28bの外周形状(破線参照)はいずれも矩形状とされ、この場合、上部電極28aの大きさが最も大きく、次いで形状保持層26の平面形状とされ、下部電極28bの平面形状が最も小さく設定されている。

【0130】また、図11及び図12に示すように、各垂直選択線40は、各画素(アクチュエータ部14)に対応して形成されたTFT60のゲート電極にコンタクト66を通じて電氣的に接続され、各信号線42は、各画素14に対応して形成されたTFT60のソース/ドレイン領域68にコンタクト70を通じて電氣的に接続されている。

【0131】なお、各垂直選択線40と各信号線42とが交差する部分には、互いの配線40及び42間の絶縁をとるためにシリコン酸化膜、ガラス膜、樹脂膜等からなる絶縁膜72が介在されている。

【0132】各アクチュエータ部14における下部電極28bは、アクチュエータ基板18に形成されたスルーホール74を通じてアクチュエータ基板18の背面側に導出され、該アクチュエータ基板18の背面に形成された接地線76(図10参照)に電氣的に接続されるようになっている。

【0133】従って、前記ロー電極駆動回路202にて1つの行が選択されると、当該選択行に関するTFT60がすべてオンとなり、これにより、カラム電極駆動回路204を通じて供給されたデータ信号は、TFT60

のチャネル領域を通じてアクチュエータ部14の上部電極28aに供給されることになる。

【0134】この第1の変形例に係るディスプレイDaにおいては、各アクチュエータ部14への電圧印加をオンオフ制御するためのスイッチング素子であるTFT60を各アクチュエータ部14に対応して設けるようにしたので、非選択行に関するアクチュエータ部14に対応するTFT60をオフにさせることによって、非選択行へのデータ信号(動作電圧及びリセット電圧)の供給を防止することができ、非選択行に関する画素(アクチュエータ部14)を駆動させる必要がなくなり、消費電力の削減化を有効に図ることができる。

【0135】また、TFT60がオフになっても、アクチュエータ部14に対するデータ信号の供給(動作電圧又はリセット電圧の印加)が維持されることになるため、当該アクチュエータ部14は、一定以上の変位量を保持し続け、当該画素のオン状態あるいはオフ状態が維持されることになる。

【0136】このように、非選択行に関するアクチュエータ部14は、充電されたまま開放状態として維持され、行選択時に与えられた変位量を信号無印加状態で一定時間維持させることができるため、非選択期間の画素発光が可能となる。このため、高輝度化を実現させることができる。

【0137】また、この第1の変形例に係るディスプレイDaでは、アクチュエータ基板18上であって、各アクチュエータ部14の近傍にそれぞれTFT60を形成するようにしたので、アクチュエータ基板18上での大規模な配線パターンの形成を行う必要がなくなり、配線の簡略化を図ることができる。

【0138】この第1の変形例に係るディスプレイDaにおいては、アクチュエータ基板18上に、アクチュエータ部14、TFT60、垂直選択線40及び信号線42を形成し、アクチュエータ基板18の背面側に接地線76を形成するようにしたが、その他、アクチュエータ基板18上に、アクチュエータ部14及び接地線74を形成し、アクチュエータ基板18の背面側にTFT60、垂直選択線40及び信号線42を形成するようにしてもよい。

【0139】また、この第1の変形例に係るディスプレイDaにおいては、形状保持層26の上面及び下面に上部電極28a及び下部電極28bを形成するようにしたが、その他、図1に示すように、振動部22上に直接形状保持層26を形成し、該形状保持層26の上面に一对の電極28を形成するようにしてもよい。

【0140】この場合、図13Aに示すように、一对の電極28a及び28bが互い違いに配列されたくし歯形状であってもよく、図13Bに示すように、一对の電極28a及び28bが互いに並行に、かつ相互に離間された渦巻き状としてもよい。また、図14に示すように、

一対の電極28a及び28bが、相互に離間されて相補形に配列された形状(多枝形状)であってもよい。この図14では、アクチュエータ基板18(図1参照)の裏面にスイッチング素子(図示せず)が形成され、一方の電極28aが中継導体78及びスルーホール74を通じて前記スイッチング素子に電氣的に接続された例を示す。

【0141】ところで、図1及び図10に示すディスプレイD、Daでは、変位伝達部32における変位伝達部材32bをフィルム状に全面に形成した例を示したが、その他、図15及び図16に示す第2及び第3の変形例に係るディスプレイDb及びDcのように、前記変位伝達部32を画素単位に分離して形成するようにしてもよい。この場合、変位伝達部32の構成として、板部材32a及び変位伝達部材32bを一体化させた構造にすることが好ましい。また、これらの変形例においては、変位伝達部32上に色フィルタ100と透明層102を積層させるようにしている。

【0142】これにより、変位伝達部32の軽量化を図ることができ、各アクチュエータ部14での応答速度の向上を図ることができ、しかも、周辺画素の駆動(変位)の影響を受けにくいため、コントラストをより高めることができる。

【0143】そして、第2の変形例に係るディスプレイDbは、図15に示すように、光導波板12とアクチュエータ基板18とを棧104にて固定し、棧104の先端と光導波板12間にブラックマトリクス層106を設けることにより、該ブラックマトリクス層106にて上層の透明層102と光導波板12との間のギャップを調整するようにしている。これにより、全体の画素のギャップを更に均一化できるという効果を有する。

【0144】ここで、前記棧104の材質は、熱、圧力に対して変形しないものが好ましい。また、透明層102の上面と棧104の上面(ブラックマトリクス層106と接触する面)の位置を揃えておくと、前記ギャップを調整しやすいという利点がある。これを実現する方法としては、例えば、平坦なガラス面を用いて透明層102と棧104を同時に形成する方法や、透明層102と棧104を形成した後、研磨して面出しを行う方法などがある。

【0145】一方、第3の変形例に係るディスプレイDcは、図16に示すように、変位伝達部32のアクチュエータ基板18側に光反射層108を形成している点で特徴がある。図のように、光反射層108を変位伝達部32の直下に形成する場合においては、光反射層108を金属等の導電層にて構成すると、アクチュエータ部14における一対の電極28a及び28b間が短絡するおそれがあるため、前記光反射層108とアクチュエータ部14との間に絶縁層110を形成することが望ましい。

【0146】通常、光10の一部が変位伝達部32を透過する場合(例えば、変位伝達部32の層厚が薄い、同材質として有機樹脂中のセラミック粉末の含有量が低い場合等)においては、光導波板12により導入した光10の一部が変位伝達部32を通してアクチュエータ基板18側に透過してしまい、輝度が低下するおそれがある。

【0147】しかし、この第3の変形例に係るディスプレイDcにおいては、上述したように変位伝達部32のアクチュエータ基板18側に光反射層110を形成するようにしているため、前記変位伝達部32を透過する光10(光路bで示す)を光導波板12側に反射させることができ、輝度の向上を図ることが可能となる。

【0148】特に、変位伝達部32に光10の透過性があり、かつ、光10の吸収性もある場合、輝度向上のためには、変位伝達部32の厚みを厚くするよりも、この第3の変形例に係るディスプレイDcのように、光反射層108を形成する方がより効果的である。

【0149】ところで、変位伝達部32を構成する色フィルタ100等の着色層とは、特定の波長領域の光だけを取り出すために用いられる層であり、例えば特定の波長の光を吸収、透過、反射、散乱させることで発色させるものや、入射した光を別の波長のものに変換させるものなどがある。透明体、半透明体及び不透明体を単独、もしくは組み合わせて用いることができる。

【0150】構成は、例えば染料、顔料、イオンなどの色素や蛍光体を、ゴム、有機樹脂、透光性セラミックス、ガラス、液体等の内部に分散、溶解したものや、それらの表面に塗布したもの、更には上述の色素や蛍光体等の粉末を焼結させたり、プレスして固めたものなどがある。材質及び構造については、これらを単独で用いてもよいし、これらを組み合わせて用いてもよい。

【0151】前記着色層の膜形成法としては、特に制限はなく、公知の各種の膜形成法を適用することができる。例えば光導波板12やアクチュエータ部14の面上に、チップ状、フィルム状の着色層を直接貼り付けるフィルム貼着法のほか、着色層の原材料となる粉末、ペースト、液体、気体、イオン等を、スクリーン印刷、フォトリソグラフィ法、スプレー・ディッピング、塗布等の厚膜形成手法や、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング、CVD、めっき等の薄膜形成手法により成膜し、着色層を形成する方法がある。

【0152】また、前記変位伝達部32としてその全部あるいは一部に発光層を設けるようにしてもよい。この発光層としては蛍光体層が挙げられる。この蛍光体層は、不可視光(紫外線や赤外線)によって励起され、可視光を発光するものや、可視光によって励起されて可視光を発光するものがあるが、いずれでもよい。

【0153】また、前記発光層として、蛍光顔料も用いることができる。この蛍光顔料を用いると、顔料自体の

色、即ち、反射色にほぼ一致する波長の蛍光が加わるものは、それだけ色刺激が大きく、鮮やかに発光するため、表示素子やディスプレイの高輝度化に対してより好ましく用いられ、一般的な昼光蛍光顔料が好ましく用いられる。

【0154】また、発光層として、輝天性蛍光体や、燐光体、あるいは蓄光顔料も用いられる。これらの材料は、有機材料、無機材料のいずれでもよい。

【0155】そして、上述した発光材料を単独で用いて発光層を形成したもの、これらの発光材料を樹脂に分散させたものを用いて発光層を形成したもの、あるいはこれらの発光材料を樹脂に溶解させたもので発光層を形成したものが好ましく用いられる。

【0156】発光材料の残光時間としては、1秒以下が好ましく、より好ましくは30m秒がよい。更に好ましくは数m秒以下がよい。

【0157】そして、前記変位伝達部32の全部あるいはその一部として前記発光層を用いた場合は、光源(図示せず)として、前記発光層を励起する波長の光を含み、励起に十分なエネルギー密度を有していれば、特に制限はない。例えば、冷陰極管、熱陰極管、メタルハライドランプ、キセノンランプ、赤外線レーザを含むレーザ、ブラックライト、ハロゲンランプ、白熱電球、重水素放電ランプ、蛍光ランプ、水銀ランプ、トリチウムランプ、発光ダイオード、プラズマ光源などが用いられる。

【0158】次に、第4の変形例に係るディスプレイDdは、図17に示すように、アクチュエータ部14のカラム電極28bと信号線42との間にバリスタ120が挿入接続され、1行の画素群に対して共通の垂直選択線40が接続され、信号線42がアクチュエータ基板18の背面側に形成されている点で異なる。

【0159】図18に示すように、垂直選択線40は、前列の画素に関するロー電極28aから導出されて当該画素に関するロー電極28aに接続されて、1つの行に関し、シリーズに配線された形となっている。また、カラム電極28bと信号線42とは基板18に形成されたスルーホール122を通じて電気的に接続される。

【0160】バリスタ120は、印加電圧の変化に応じて抵抗値が非線形的に変わる抵抗素子であり、例えばSiCバリスタやSiのpnpバリスタ、または、ZnOを主体としたバリスタにて構成され、両端電圧が高くなると抵抗値が減少する負特性を有する。

【0161】図19及び図20に、この第4の変形例に係るディスプレイにおけるアクチュエータ部の屈曲変位特性と電荷-印加電圧特性を示す。図19及び図20において、各横軸に示された印加電圧は、当該アクチュエータ部14の一対の電極28a及び28bに直接印加される電圧ではなく、垂直選択線40と信号線42との間の電圧を示す。

【0162】ここで、第4の変形例に係るディスプレイDdの動作について簡単に説明すると、まず、例えば1行1列の画素に関し、該画素が選択されて、その垂直選択線40と信号線42との間の電圧(印加電圧)が最も高いレベルV1となった場合、バリスタ120はオン状態となり、そのときの抵抗は非常に小さいものとなる

(以下、オン状態でのバリスタ120の抵抗をオン抵抗と記す)。従って、このオン抵抗とバリスタ120の静電容量による時定数も小さくなり、前記印加電圧の変化に対する応答が速くなる。これにより、アクチュエータ部14に印加される電圧は、急峻に規定の高電圧(例えば180V)まで立ち上がることになり、電荷量Qも急峻に増加することになる。その結果、図19の屈曲変位特性から、前記画素はオン状態とされて発光することになり、このときの電荷量Qは最大レベルとなる。

【0163】当該画素が非選択状態となって、その垂直選択線40と信号線42との間の電圧(印加電圧)が中位レベル(V2~V3)となった場合、バリスタ120はオフ状態となり、そのときの抵抗は非常に大きいものとなる(以下、オフ状態でのバリスタ120の抵抗をオフ抵抗と記す)。従って、このオフ抵抗とバリスタ120の静電容量による時定数も大きくなり、前記印加電圧に対する応答が遅くなる。これにより、アクチュエータ部14に印加される電圧は、選択時に印加された電圧レベル(180V)をほぼ維持した状態となるため、電荷量Qもほぼ最大レベルを維持し、該画素での発光は維持される。

【0164】当該画素がリセットされて、その垂直選択線40と信号線42との間の電圧(印加電圧)が最も低いレベルV4となった場合、バリスタ120は再びオン状態となり、そのときのオン抵抗は非常に小さいものとなる。これにより、アクチュエータ部14に印加される電圧は、急峻に規定の低電圧(例えば-60V)まで立ち下がることになり、図19の屈曲変位特性から、前記画素はオフ状態とされて消光することになる。このときの電荷量Qは最小レベルとなる。

【0165】その後、当該画素が非選択状態となって、垂直選択線40と信号線42との間の電圧(印加電圧)が中位レベル(V2~V3)となった場合、バリスタ120は再びオフ状態となってそのときの抵抗が非常に大きいものとなることから、該オフ抵抗とバリスタ120の静電容量による時定数も大きくなり、前記印加電圧に対する応答が遅くなる。これにより、アクチュエータ部14に印加される電圧は、リセット時に印加された電圧レベル(-60V)をほぼ維持した状態となるため、該画素での消光は維持される。

【0166】この第4の変形例に係るディスプレイDdにおいては、図19の電圧-屈曲変位特性及び図20の電荷-印加電圧特性からもわかるように、選択時での高電圧レベルV1から非選択時での中位レベル(V2~V

3) までにわたって、変位量及び電荷量 Q 共にほとんど変化がなくほぼ平坦な特性を示し、リセット時での低電圧レベルから非選択時での中位レベルまでにわたって、変位量及び電荷量共にほとんど変化がなくほぼ平坦な特性を示している。

【0167】つまり、第4の変形例に係るディスプレイDdにおいては、アクチュエータ部14として動作させる場合に、非常に良好なヒステリシス特性を有しており、ほぼ完全な形状保持としてのメモリ効果を有している。

【0168】このように、第4の変形例に係るディスプレイDdにおいては、バリスタ120自体にアクチュエータ部14への印加電圧のメモリ作用を有することから、アクチュエータ部14における形状保持層26の構成材料として、図21に示すように、屈曲変位特性にヒステリシスを持たない材料を用いることも可能となり、材料の選択の幅を広げることができる。

【0169】この第4の変形例に係るディスプレイDdにおいては、アクチュエータ基板18上に、アクチュエータ部14、バリスタ120及び垂直選択線40を形成し、アクチュエータ基板18の背面側に信号線42を形成するようにしたが、その他、図22A及び図22Bに示すように、アクチュエータ基板18上に、アクチュエータ部14及び垂直選択線40を形成し、アクチュエータ基板18の背面側にバリスタ120及び信号線42を形成するようにしてもよい。

【0170】この場合、図23に示すように、一主面に多数のアクチュエータ部14（図示せず）が形成されたアクチュエータ基板18のほか、両面に電極300及び302が形成されたバリスタ基板304を用意する。アクチュエータ基板18の一主面から他主面につながるスルーホール74（図1参照）を各アクチュエータ部14に対応して多数設け、該スルーホール74におけるアクチュエータ基板18の他主面側に電極パッド306を形成する。即ち、これら電極パッド306は、一主面に設けられたアクチュエータ部14に対応した位置に設けられることになる。

【0171】一方、バリスタ基板304は、図23に示すように、アクチュエータ基板18の裏面に貼り合わせたときに、各アクチュエータ部14（正確には、各電極パッド306）に対応した位置にそれぞれ電極300、302が形成されている。この両面の電極300及び302とこれら電極300及び302間に存在する基板材料によって各アクチュエータ部14に対応したバリスタ120として機能することになる。

【0172】そして、バリスタ基板304の裏面（アクチュエータ基板18とは反対側の面）に形成された電極302、302同士を接続することによって信号線42が構成されることになる。バリスタ機能を必要としない電極308（例えば垂直選択線40の取り出し電極）

は、例えばスルーホール310を用いてアクチュエータ基板18の他主面に形成されたゲート線取り出し用の電極パッド312に電気的に接続される。

【0173】これらアクチュエータ基板18とバリスタ基板304との貼り合わせは、アクチュエータ基板18の他主面（多数の電極パッド306が形成された面）とバリスタ基板304の一主面とを互いに合わせ、アクチュエータ基板18における電極パッド306とバリスタ基板304における電極300とを例えば半田や導電性樹脂などで貼り合わせる。この貼り合わせによって、アクチュエータ部14の一方の電極（例えばカラム電極28b）と信号線42とがバリスタ120を介して電気的に接続されることになる。

【0174】ここで、バリスタ基板304の厚みは、要求されるバリスタ電圧から決定され、バリスタ120の電極面積は要求される静電容量と電流容量から決定される。

【0175】また、バリスタ基板304の一主面において近接する電極300、300間やバリスタ基板304の他主面において近接する電極302、302間でのリーク電流を低減し、かつ、これら電極300及び302の配置についての自由度を高める方法としては、例えば、以下のような2つの方法が考えられる。

(1) 近接する電極300、300間並びに近接する電極302、302間に溝を切る。この場合、電極300、300間並びに電極302、302間の距離が実質的に増大し、バリスタ電圧が高くなる。

(2) バリスタ基板304の構成材料の粒径を細かくし、バリスタ基板304の厚みを薄くする。この場合、対向電極300及び302間のバリスタ電圧を維持しながら近接する電極300、300間並びに電極302、302間のバリスタ電圧が高くなる。

【0176】このように、アクチュエータ基板18とは別に、バリスタ120を構成するためのバリスタ基板304を用意し、該バリスタ基板304をアクチュエータ基板18に貼り合わせるようにしたので、各アクチュエータ部14と信号線42との間にバリスタ120を接続するための配線構造が非常に簡単になり、ディスプレイDdのサイズを小型化できると共に、ディスプレイDdの歩留まりの向上、製造コストの低廉化等で非常に有利となる。

【0177】また、この第4の変形例に係るディスプレイDdにおいては、形状保持層26の上面及び下面に上部電極28a及び下部電極28bを形成するようにしたが、その他、振動部22上に直接形状保持層26を形成し、該形状保持層26の上面に一对の電極28を形成するようにしてもよい。

【0178】この場合、図24Aに示すように、一对の電極28a及び28bが互い違いに配列されたくし歯形状であってもよく、図24Bに示すように、一对の電極

28a及び28bが互いに並行に、かつ相互に離間された渦巻き状であってもよい。また、図14に示す場合と同様に、一对の電極28a及び28bを多枝形状としてもよい。この場合も第4の変形例に係るディスプレイDと同様に、バリスタ120をアクチュエータ基板18(図1参照)の主面にも裏面にも形成することができる。図14に沿った構成では、アクチュエータ基板18の裏面にバリスタ(図示せず)が形成され、一方の電極28aが中継導体78及びスルーホール74を通じて前記バリスタに電気的に接続される形態とされたものとなる。

【0179】次に、図25～図28を参照しながら第5の変形例に係るディスプレイDeについて説明する。なお、本実施の形態に係るディスプレイDと対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0180】この第5の実施の形態に係るディスプレイDeは、図25に示すように、基本的には、本実施の形態に係るディスプレイDとほぼ同様の構成を有するが、アクチュエータ部14の上部電極28aと接地線76との間に圧電リレー400が挿入接続されている点で異なり、この圧電リレー400を設ける関係から、構造的にも本実施の形態に係るディスプレイDと異なる。

【0181】具体的に説明すると、図26及び図27に示すように、この第5の変形例に係るディスプレイDeは、アクチュエータ基板18の各アクチュエータ部14に隣接した位置にそれぞれ圧電リレー400が配設される。アクチュエータ基板18の内部には、前記アクチュエータ部14を構成するための空所20のほかに、圧電リレー400を構成するための空所402が設けられている。該空所402も、アクチュエータ基板18の背面側に設けられた径の小さい貫通孔(図示せず)を通じて外部と連通されている。

【0182】従って、この場合も、前記アクチュエータ基板18のうち、前記空所402の形成されている部分が薄肉とされ、それ以外の部分が厚肉とされている。薄肉の部分は、外部応力に対して振動を受けやすい構造となって圧電リレー用の振動部404として機能し、空所402以外の部分は厚肉とされて前記振動部404を支持する圧電リレー用の固定部406として機能するようになっている。

【0183】各圧電リレー400は、図示するように、前記振動部404と固定部406のほか、該振動部404上に形成された圧電/電歪層や反強誘電体層等の形状保持層408と、該形状保持層408の下面に形成された下部電極28bと、前記形状保持層408の上面に形成された中間電極410(垂直選択線40につながる電極)と、該中間電極410上に形成された絶縁層412と、該絶縁層412上に形成された上部電極28aとを有するリレー本体414と、光導波板12における駆動部側の面のうち、各圧電リレー400に対応した位置に

設けられたブラックマトリクス層416と、該ブラックマトリクス層416の前記圧電リレー400と対向する面に形成された接地電極418とを有して構成されている。ブラックマトリクス層416としては、例えばCr、Al、Ni、Ag等の金属膜を用いることが好ましい。光の吸収が小さいため、光導波板12を伝搬する光の減衰、散乱を抑制することができるからである。また、コントラスト向上のためには、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を含んだ膜も好ましくは用いられる。この例では、ブラックマトリクス層416を形成した例を示しているが、その他、前記ブラックマトリクス層416を形成せずに、透明電極を接地電極418として使用する場合もある。

【0184】前記各種電極のうち、下部電極28bは、アクチュエータ部14の下部電極(信号線42につながる電極)28bと共通とされ、上部電極28aは、アクチュエータ部14の上部電極28aと共通とされている。

【0185】この第5の変形例に係るディスプレイDeにおいては、1つの垂直選択線40に対して例えば選択信号(例えば正の高レベル電位)を印加することによって当該垂直選択線40が選択されるようになっている。

【0186】この第5の変形例に係るディスプレイDeにおいても、本実施の形態に係るディスプレイDと同様に、非選択行へのデータ信号の供給を防止ことができ、非選択行に関する画素(アクチュエータ部)14を駆動させる必要がなくなり、消費電力の削減化を有効に図ることができる。また、非選択期間Tuの画素発光が可能となるため、高輝度化を実現させることができる。また、アクチュエータ基板18上での大規模な配線パターン形成を行う必要がなくなり、配線の簡略化を図ることができる。

【0187】この第5の変形例に係るディスプレイDeにおいては、アクチュエータ基板18上に、アクチュエータ部14、圧電リレー400及び接地電極418を形成したが、その他、図28に示すように、アクチュエータ基板18上にアクチュエータ部14を形成し、アクチュエータ基板18の背面側に圧電リレー400及び接地電極418を形成するようにしてもよい。

【0188】例えば、図28に示すように、アクチュエータ基板18のうち、アクチュエータ部14を構成するための空所20の下方に圧電リレー400を構成するための空所402を設けて、該空所402の下方にリレー本体414を形成することにより達成できる。

【0189】この場合、信号線42を共通化することができないため、新たにスイッチング専用の垂直選択線420をアクチュエータ基板18の背面側に配線する。また、圧電リレー400上に形成される上部電極28aをアクチュエータ部14からアクチュエータ基板18に設けられたスルーホール422を通じて配線し、上部電極

28aと選択的に接触される接地電極418をアクチュエータ基板18の下方に配置されたプリント配線基板424に形成すればよい。

【0190】なお、電極28a及び28bを形状保持層26上に形成し、くし歯形状、渦巻き状又は多枝形状に一对の電極として形成してもよいのは、本実施の形態に係るディスプレイD並びに第1～第4の変形例に係るディスプレイDa～Ddと同様である。

【0191】時間変調方式による階調制御の説明
ここで、時間変調方式による階調制御について、図29～図41を参照しながら説明する。まず、図29に示すように、1枚の画像の表示期間を1フィールドとし、該1フィールドを複数に等分割した際の1つの分割期間をサブフィールドとしたとき、各サブフィールド毎に表示サイクルTdが設定される。例えば1フィールドを7つに等分割した場合の最大階調レベルは8となる。

【0192】そして、ロー電極駆動回路202は、各サブフィールド内においてすべての行選択を終了するように信号制御回路206によってタイミング制御される。従って、ロー電極駆動回路202にて1つの行を選択する時間(選択期間)は、1つのサブフィールドの時間幅を駆動部16の行数で除算することにより得られる時間幅で規制され、該時間幅か、もしくは該時間幅よりも短い時間幅が選ばれる。好ましくは、前記時間幅の $1/m$ (mは1～5の任意の実数、好ましくは1～3の実数)が選ばれる。

【0193】そして、本実施の形態に係る駆動装置200は、信号制御回路206において、前記1フィールド内に、選択された画素の階調レベルに応じて、その発光開始タイミングと、当該画素の選択/非選択状態によらない可変長の発光維持期間を決定するように制御する。

【0194】以下、本実施の形態に係る階調制御の具体例について図30A～図41を参照しながら説明する。なお、図30A～図41の例は、図面の複雑化を避けるために、1フィールドを7つのサブフィールドSF1～SF7に分け、行数を4とした場合の簡略化したフォーマットを示す。

【0195】第1の具体例

第1の具体例は、図30Aに示すように、1フィールド内に、1つの選択期間Sと最大階調レベルに応じた数の表示サイクルTdを割り当てる方式である。この場合、表示サイクルTdは非選択期間Uとリセット期間Rとで構成される。

【0196】非選択期間Uは、基本的には、ロー電極駆動回路202を通じて当該画素の行以外の行をすべて選択するために使用されるもので、非選択期間 $U \geq$ 選択期間 $S \times (\text{行数} - 1)$ に設定される。リセット期間Rは、前記選択期間Sと同様に当該画素の行を選択するために使用されるもので、選択期間Sとほぼ同等の時間が設定される。

【0197】更に、図30Bに示すように、ロー電極駆動回路202を通じて、前記選択期間Sに選択パルスPsが出力され、表示サイクルTdにおける非選択期間Uに非選択信号Suが出力され、リセット期間RにリセットパルスPrが出力される。

【0198】カラム電極駆動回路204に対する信号制御回路206での制御は、発光維持期間においてON信号が出力され、発光維持期間以外の期間のうち、少なくとも発光維持期間の終了タイミングにおいてOFF信号が出力されるように制御する。

【0199】例えば1行1列の画素について、当該画素の階調レベルが例えば5であった場合は、選択期間S並びに第1の表示サイクルTd1から第4の表示サイクルTd4における各リセット期間Rに同期してON信号が出力され、第5の表示サイクルTd5から第7の表示サイクルTd7における各リセット期間Rのうち、少なくとも発光維持期間の終了を示す最初の第5の表示サイクルTd5におけるリセット期間Rに同期してOFF信号が出力されるように制御する。残りの第6及び第7の表示サイクルTd6及びTd7における各リセット期間Rに出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。この第1の具体例ではOFF信号を出力させた例を示している。

【0200】同様に、2行1列の画素について、図30Cに示すように、該画素の階調レベルが例えば3であった場合は、選択期間S並びに第1及び第2の表示サイクルTd1及びTd2における各リセット期間Rに同期してON信号が出力され、第3の表示サイクルTd3から第7の表示サイクルTd7における各リセット期間Rのうち、少なくとも発光維持期間の終了を示す最初の第3の表示サイクルTd3におけるリセット期間Rに同期してOFF信号が出力されるように制御する。残りの第4～第7の表示サイクルTd4～Td7における各リセット期間Rに出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。本実施の形態ではOFF信号を出力させた例を示している。

【0201】具体的に電圧の変化で見てみると、まず、1行1列の画素については、図30Bに示すように、選択期間Sにおいてピーク電圧が -100V の選択パルスPsが出力され、このとき、ピーク電圧 80V のON信号が信号線42に供給されているため、アクチュエータ部14には $80 - (-100)\text{V} = 180\text{V}$ が印加されることになり、図7の屈曲変位特性から、アクチュエータ部14は点Eまで一方向に変位することになる。即ち、当該画素は発光状態となる。

【0202】その後の第1の表示サイクルTd1における非選択期間Uでは、ピーク電圧 -20V の非選択信号Suが出力される。この期間においてはロー電極駆動回路202を通じて2行目以降の行が選択されて、1列目の信号線42にはON信号あるいはOFF信号がランダ

ムに供給されることになる。つまり、1行1列のアクチュエータ部14には $80 - (-20) V = 100 V$ あるいは $0 - (-20) V = 20 V$ が印加されることになる。

【0203】従って、当該アクチュエータ部14は、図7の屈曲変位特性からもわかるように、点Fあるいは点Gの屈曲変位となり、アクチュエータ部14は当初の変位状態がほぼ維持されることになる。即ち、当該画素の発光状態は維持される。

【0204】第1の表示サイクルTd1におけるリセット期間Rでは、ピーク電圧60VのリセットパルスPrが出力される。このとき、1列目の信号線42にはON信号が供給されているため、アクチュエータ部14には $80 - 60 V = 20 V$ が印加されることになり、当該画素の発光状態は維持される。

【0205】この第1の表示サイクルTd1での動作は、第5の表示サイクルTd5における非選択期間Uまで同様に行われる。次の第5の表示サイクルTd5におけるリセット期間R以降においては、1列目にOFF信号が供給される。これにより、第5の表示サイクルTd5のリセット期間Rにおいては、ピーク電圧60VのリセットパルスPrが出力され、このとき、ピーク電圧0VのOFF信号が信号線42に供給されているため、当該アクチュエータ部14には $0 - 60 V = -60 V$ が印加されることになり、図7の屈曲変位特性から、アクチュエータ部14は点Aまで復元(リセット)し、当該画素は消光状態となる。

【0206】その後の第6の表示サイクルTd6における非選択期間Uでは、ピーク電圧-20Vの非選択信号が出力される。この期間においてはロー電極駆動回路202を通じて2行目以降の行が選択されて、1列目の信号線にはON信号あるいはOFF信号がランダムに供給されることになり、1行1列のアクチュエータ部14には $80 - (-20) V = 100 V$ あるいは $0 - (-20) V = 20 V$ が印加されることになる。

【0207】従って、当該アクチュエータ部14は、図7の屈曲変位特性からもわかるように、点Cあるいは点Dの変位状態となり、当該画素の消光状態は維持される。

【0208】第6の表示サイクルTd6におけるリセット期間Rでは、ピーク電圧60VのリセットパルスPrが出力される。このとき、1列目の信号線42にはOFF信号が供給されているため、アクチュエータ部14には $0 - 60 V = -60 V$ が印加されることになり、当該画素の消光状態は維持される。この第6の表示サイクルTd6での動作は、第7の表示サイクルTd7においても同様に行われる。

【0209】このように、階調レベルが5である1行1列の画素においては、1フィールドの先頭から第5の表示サイクルTd5におけるリセット期間Rの開始時点ま

で発光状態とされ、第5の表示サイクルTd5におけるリセット期間Rの開始時点から1フィールドの終端まで消光状態とされる。

【0210】同様に、階調レベルが3である2行1列の画素においては、図30Cに示すように、1フィールドの先頭から第3の表示サイクルTd3におけるリセット期間Rの開始時点まで発光状態とされ、第3の表示サイクルTd3におけるリセット期間Rの開始時点から1フィールドの終端まで消光状態とされる。

【0211】この第1の具体例によれば、図30Aに示すように、選択期間Sを1フィールドの先頭に割り当てた場合を想定したとき、当該画素の階調レベルに応じて、1フィールドの先頭から1つの表示サイクルTdあるいは複数の表示サイクルTdが連続して選択され、先頭を選択期間S並びに選択された表示サイクルTdのリセット期間に同期してON信号が出力され、残りの表示サイクルTdにおける各リセット期間Rに同期してOFF信号が出力されることになる。

【0212】この場合、1フィールド内での当該画素に対する発光と消光のサイクルが1回のみとなり、1フィールドを複数のサブフィールドに分けて、各サブフィールド毎に強制リセットする駆動方式(プラズマディスプレイ等で採用)と比べ、消費電力を有効に低減させることができる。

【0213】ここで、1つの実験例を示す。この実験例は、本実施の形態に係るディスプレイDにおいて、第1の具体例に係る駆動方式と、比較例(プラズマディスプレイで使用されている一般的な駆動方式)でのアクチュエータ部14への印加電圧波形を計測しながら、当該画素から散乱される光の強度変化(Ld)をフォトダイオードで測定したものである。第1の具体例の測定結果を図31に示し、比較例の測定結果を図32に示す。

【0214】第1の具体例においては、図31に示すように、ON信号の出力期間中での選択パルスPsの出力に基づいて高レベルのパルス状の電圧V_Hがアクチュエータ部14に印加され、その後の表示サイクルでは20Vの電圧波形と100Vの電圧波形がランダムに印加され、OFF信号の出力期間でのリセットパルスPrの出力に基づいて低レベルのパルス状の電圧V_Lがアクチュエータ部14に印加されていることがわかる。

【0215】このことから、第1の具体例では、図8の電荷-印加電圧特性からもわかるように、-x-で囲まれた面積に相当する電力は1フィールド内に1回のみの消費で済む。このことは、第1〜第5の変形例に係るディスプレイDa〜Deでも同様である。特に、バリスタ120を用いた第4の変形例に係るディスプレイDdにおいては、図20の電荷-印加電圧特性において-x-で囲まれた面積に相当する電力が1フィールド内に1回のみの消費で済むことになる。

【0216】一方、比較例では、図32に示すように、

1つの表示サイクルT dで印加電圧が高レベル V_H (180V)から低レベル V_L (-60V)まで変化することから、図8の電荷-印加電圧特性からもわかるように、 $-x$ で囲まれた面積に相当する電力が1つの表示サイクルT dで消費されることとなる。つまり、1フィールド内で $-x$ で囲まれた面積に相当する電力は、表示サイクルT dの回数分だけ消費され、第1の具体例と比して消費電力が大きくなっていることがわかる。

【0217】このように、第1の具体例を採用することによって、パネル型ディスプレイの消費電力を有効に低減することができることとなる。

【0218】しかも、第1の具体例では、当該画素の階調レベルに応じて選択された表示サイクルにわたって発光状態が維持されることから輝度の向上も実現させることが可能となる。また、階調と輝度の線形性が良好となり、高精度な階調表現が可能となる。更に、発光時間の効率も高くなる。特に、第4の変形例に係るディスプレイにおいては、電圧-変位特性上、良好なヒステリシス特性を有することから、発光輝度を十分に維持させることができ、表示画像の高輝度化を実現させることができる。

【0219】第2の具体例

次に、第2の具体例に係る階調制御の方式を図33A～図33Cを参照しながら説明する。この第2の具体例は、図33Aに示すように、前記第1の具体例(図30A参照)とはほぼ同じ階調制御方式であるが、前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクルT d1～T d7と1つのリセット期間Rが割り当てられている点と、各表示サイクルT d1～T d7が選択期間Sと非選択期間Uで構成されている点で異なる。

【0220】そして、カラム電極駆動回路204に対する信号制御回路206での制御は、発光維持期間以外の期間においてOFF信号が出力され、発光維持期間のうち、少なくともその発光開始タイミングにおいてON信号が出力されるように制御する。

【0221】例えば1行1列の画素について、該画素の階調レベルが例えば5であった場合、図33Bに示すように、第1及び第2の表示サイクルの各選択期間Sに同期してOFF信号が出力され、第3の表示サイクルT d3から第7の表示サイクルT d7における各選択期間Sのうち、少なくとも発光開始タイミングを示す最初の第3の表示サイクルT d3における選択期間Sに同期してON信号が出力され、1フィールドにおける終端のリセット期間Rに同期してOFF信号が出力されるように制御する。発光維持期間における第4～第7の表示サイクルT d4～T d7の各選択期間Sに出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。この第2の具体例では、ON信号を出力させた例を示す。

【0222】同様に、2行1列の画素について、該画素の階調レベルが例えば3であった場合は、図33Cに示

すように、第1の表示サイクルT d1から第4の表示サイクルT d4における各選択期間Sに同期してOFF信号が出力され、第5の表示サイクルT d5から第7の表示サイクルT d7における各選択期間Sのうち、少なくとも発光開始タイミングを示す最初の第5の表示サイクルT d5における選択期間Sに同期してON信号が出力され、1フィールドにおける終端のリセット期間Rに同期してOFF信号が出力されるように制御する。発光維持期間における第6及び第7の表示サイクルT d6及びT d7の各選択期間Sに出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。この第2の具体例では、ON信号を出力させた例を示す。

【0223】具体的に電圧の変化で見てみると、まず、図33Bに示すように、1行1列の画素の第1の表示サイクルT d1については、その選択期間Sにおいてピーク電圧-100Vの選択パルス P_s が出力され、このとき、ピーク電圧0VのOFF信号が信号線42に供給されているため、アクチュエータ部14には0-(100)V=100Vが印加されることになる。アクチュエータ部14は、前フィールドで屈曲変位がリセットされて復元されているため、図7の屈曲変位特性から、点Dの変位状態となり、当該画素の消光状態は維持される。

【0224】第1の表示サイクルT d1における非選択期間Uでは、ピーク電圧-20Vの非選択信号 S_u が出力される。この期間においてはロー電極駆動回路202を通じて2行目以降の行が選択されて、1列目の信号線42にはON信号あるいはOFF信号がランダムに供給されることになり、1行1列のアクチュエータ部14には80-(20)V=100Vあるいは0-(20)V=20Vが印加されることになる。

【0225】従って、当該アクチュエータ部14は、図7の屈曲変位特性からもわかるように、点Cあるいは点Dの変位状態となり、当該画素の消光状態は維持される。

【0226】この第1の表示サイクルT d1での動作は、第2の表示サイクルT d2でも同様に行われる。次の第3の表示サイクルT d3における選択期間S以降においては、1列目にON信号が供給される。これにより、第3の表示サイクルT d3の選択期間Sは、ピーク電圧-100Vの選択パルス P_s が出力され、このとき、ピーク電圧80VのON信号が信号線42に供給されるため、当該アクチュエータ部14には80-(100)V=180Vが印加されることになり、図7の屈曲変位特性から、アクチュエータ部14は点Eまで屈曲変位し、当該画素は発光状態となる。

【0227】その後の第3の表示サイクルT d3における非選択期間Uでは、ピーク電圧-20Vの非選択信号 S_u が出力される。この期間においては1列目の信号線42にON信号あるいはOFF信号がランダムに供給され、当該アクチュエータ部14への印加電圧 V_p は10

0Vあるいは20Vとなり、図7の屈曲変位特性からもわかるように、点Fあるいは点Gの屈曲変位となる。この場合、アクチュエータ部14は当初の変位状態がほぼ維持されることになり、当該画素の発光状態は維持される。

【0228】この第3の表示サイクルTd3での動作は、第4の表示サイクルTd4から第7の表示サイクルTd7まで同様に行われる。

【0229】そして、終端のリセット期間Rにおいては、1列目にOFF信号が供給される。これにより、当該アクチュエータ部14には $0-60V=-60V$ が印加されることになり、図7の屈曲変位特性から、アクチュエータ部14は点Aまで復元(リセット)し、当該画素は消光状態となる。

【0230】このように、階調レベルが5である1行1列の画素においては、図33Bに示すように、1フィールドの先頭から第2の表示サイクルTd2にかけて消光状態とされ、第3の表示サイクルTd3から第7の表示サイクルTd7まで発光状態とされ、終端のリセット期間Rにおいて消光状態とされる。

【0231】同様に、階調レベルが3である2行1列の画素においては、図33Cに示すように、1フィールドの先頭から第4の表示サイクルTd4にかけて消光状態とされ、第5の表示サイクルTd5から第7の表示サイクルTd7まで発光状態とされ、終端のリセット期間Rにおいて消光状態とされる。

【0232】この第2の具体例によれば、図33Aに示すように、リセット期間Rを1フィールドの後端に割り当てた場合を想定したとき、当該画素の階調レベルに応じて、1フィールドの後端から1つの表示サイクルTdあるいは複数の表示サイクルTdが連続して選択され、その選択された表示サイクルTdの各選択期間Sに同期してON信号が出力され、後端のリセット期間Rに同期してOFF信号が出力されることになる。

【0233】この場合も、1フィールド内での当該画素に対する発光と消光のサイクルが1回のみとなり、消費電力の低減を有効に図ることができる。階調と輝度の線形性が良好となり、高精度な階調表現が可能となる。更に、発光時間の効率も高くなる。特に、選択された表示サイクル毎に選択期間が存在するため、当該画素における発光維持期間にわたって十分に輝度を維持させることができる。

【0234】第3の具体例

次に、第3の具体例に係る階調制御の方式を図34を参照しながら説明する。この第3の具体例は、図34に示すように、前記第2の具体例(図33A参照)とほぼ同じ階調制御方式であるが、取り扱う最大階調レベルを下げて各表示サイクルTdにおける非選択期間Uの時間的長さを長くしたものである。この場合、選択期間Sの時間的長さを第2の具体例における選択期間Sの時間的長

さ以下としてもよい。

【0235】この第3の具体例によれば、画素の発光維持期間の割合が高くなるため、更なる高輝度化を実現させることができる。

【0236】第4の具体例

次に、第4の具体例に係る階調制御の方式を図35A～図35Cを参照しながら説明する。この第4の具体例は、図35Aに示すように、前記第1の具体例(図30A参照)とほぼ同じ階調制御方式であるが、前記1フィールド内に、2つの選択期間Sの間に所定長の単位非選択期間U(1)を有する奇偶調整サイクルTcと最大階調レベルに応じた数の表示サイクルTd1～Td3が割り当てられ、各表示サイクルTd1～Td3には前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間U(2)とリセット期間Rが設定されている点で異なる。

【0237】そして、カラム電極駆動回路204に対する信号制御回路206での制御は、奇偶調整サイクルに含まれるいずれかの選択期間SにおいてON信号が出力され、発光維持期間の終了タイミングにおいてOFF信号が出力されるように制御する。

【0238】例えば1行1列の画素について、図35Bに示すように、該画素の階調レベルが例えば5の奇数であった場合、発光維持期間の開始を示す奇偶調整サイクルTcの先頭の選択期間Sに同期してON信号が出力され、発光維持期間の終了を示す第2の表示サイクルTd2のリセット期間Rに同期してOFF信号が出力されるように制御する。その他の選択期間及びリセット期間に出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。この第4の具体例では、発光維持期間に含まれる奇偶調整サイクルTcの後端の選択期間Sと第1の表示サイクルTd1のリセット期間RにおいてON信号を出力させ、発光維持期間以外の期間に含まれる第3の表示サイクルTd3のリセット期間RにOFF信号を出力させた例を示す。

【0239】これによって、1行1列の画素は、1フィールドの先頭から第2の表示サイクルTd2におけるリセット期間Rの開始時点にかけて発光状態とされ、第2の表示サイクルTd2におけるリセット期間Rの終了時点から1フィールドの終端にかけて消光状態とされる。

【0240】また、例えば2行1列の画素について、図35Cに示すように、該画素の階調レベルが例えば6の偶数であった場合、発光維持期間の開始を示す奇偶調整サイクルTcの後端の選択期間Sに同期してON信号が出力され、発光維持期間の終了を示す第3の表示サイクルTd3のリセット期間Rに同期してOFF信号が出力されるように制御する。その他の選択期間S及びリセット期間Rに出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。この第4の具体例では、発光維持期間に含まれる第1及び第2の表示サイクルTd1及びTd2における各リセット期間RにON信号を出力

させ、発光維持期間以外の期間に含まれる奇偶調整サイクル T_c の先頭の選択期間 S にOFF信号を出力させた例を示す。

【0241】これによって、2行1列の画素は、1フィールドの先頭から奇偶調整サイクル T_c の単位非選択期間 $U(1)$ の終端にかけて消光状態とされ、奇偶調整サイクル T_c の後端の選択期間 S から第3の表示サイクル T_d3 におけるリセット期間 R の開始時点にかけて発光状態とされ、第3の表示サイクル T_d3 におけるリセット期間 R において消光状態とされる。

【0242】この第4の具体例によれば、例えば1フィールドで8階調を表現する場合を想定したとき、単位表示サイクルのみで構成したときは、1つの行に関し、8回の選択走査が必要になるが、所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間 $U(2)$ が設定された表示サイクルを割り当てると、1つの行に関し、5回の選択走査で済み、1つの行を選択するためのサイクル(行走査サイクル)を低減させることができる。これは、図8の電荷-印加電圧特性における-▲-で囲まれた面積に相当する電力消費回数を低減することになり、これによって、消費電力の低減につながり、しかも、冗長非選択期間 $U(2)$ において発光状態が維持されることから、選択された画素の高輝度化にもつながる。

【0243】なお、電荷-印加電圧特性における-▲-で囲まれた面積に相当する電力消費回数を低減からみた場合は、第4の変形例に係るディスプレイ D_d のような良好なヒステリシス特性をもたないディスプレイに適用して十分に効果を発揮させることができる。もちろん、第4の変形例に係るディスプレイ D_d に適用した場合においても、行選択のための周波数の低減を図る上で非常に有利になる。

【0244】第5の具体例

次に、第5の具体例に係る階調制御の方式を図36A～図36Cを参照しながら説明する。この第5の具体例は、図36Aに示すように、前記第4の具体例(図35A参照)とはほぼ同じ階調制御方式であるが、前記1フィールド内に、最大階調レベルに応じた数の表示サイクル $T_d1 \sim T_d3$ と2つのリセット期間 R の間に所定長の単位非選択期間 $U(1)$ を有する奇偶調整サイクル T_c が割り当てられ、各表示サイクル $T_d1 \sim T_d3$ に選択期間 S と前記所定長の2倍の長さを有する冗長非選択期間 $U(2)$ が設定されている点で異なる。

【0245】そして、カラム電極駆動回路204に対する信号制御回路206での制御は、発光維持期間の開始タイミングにおいてON信号が出力され、奇偶調整サイクルに含まれるいずれかのリセット期間 R においてOFF信号が出力されるように制御する。

【0246】例えば1行1列の画素について、図36Bに示すように、該画素の階調レベルが例えば5の奇数であった場合、発光維持期間の開始を示す第2の表示サイ

クル T_d2 の選択期間 S に同期してON信号が出力され、発光維持期間の終了を示す奇偶調整サイクル T_c の後端のリセット期間 R に同期してOFF信号が出力されるように制御する。その他の選択期間 S 及びリセット期間 R に出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。この第5の具体例では、発光維持期間に含まれる第3の表示サイクル T_d3 における選択期間 S と奇偶調整サイクル T_c の先頭のリセット期間 S においてON信号を出力させ、発光維持期間以外の期間に含まれる第1の表示サイクル T_d1 の選択期間 S にOFF信号を出力させた例を示す。

【0247】これによって、1行1列の画素は、1フィールドの先頭から第1の表示サイクル T_d1 において消光状態とされ、第2の表示サイクル T_d2 から奇偶調整サイクル T_c における後端のリセット期間 R の開始時点にかけて発光状態とされ、終端のリセット期間 R において消光状態とされる。

【0248】また、図36Cに示すように、例えば2行1列の画素について、該画素の階調レベルが例えば6の偶数であった場合、発光維持期間の開始を示す第1の表示サイクル T_d1 の選択期間 S に同期してON信号が出力され、発光維持期間の終了を示す奇偶調整サイクル T_c の先頭のリセット期間 R に同期してOFF信号が出力されるように制御する。その他の選択期間 S 及びリセット期間 R に出力させる信号としては、ON信号又はOFF信号のどちらでもよい。この第5の具体例では、発光維持期間に含まれる第2及び第3の表示サイクル T_d2 及び T_d3 における各選択期間 S においてON信号を出力させ、発光維持期間以外の期間に含まれる奇偶調整サイクル T_c の後端のリセット期間 R にOFF信号を出力させた例を示す。

【0249】これによって、2行1列の画素は、1フィールドの先頭から第3の表示サイクル T_d3 にかけて発光状態とされ、奇偶調整サイクル T_c から1フィールドの終端にかけて消光状態とされる。

【0250】この第5の具体例においても、前記行走査サイクルを低減させることができ、消費電力の低減並びに高輝度化を図ることができる。

【0251】上述の第1～第3の具体例は、1フィールド内に等間隔の表示サイクル T_d を最大階調レベルに応じた数分だけ割り当てた例を示したが、その他、以下に示す第6の具体例及び第7の具体例に示すように、1フィールド内に、所定長の単位非選択期間を有する少なくとも1つの単位表示サイクルと、少なくとも1つの冗長表示サイクルを割り当て、前記冗長表示サイクルを前記所定長の n 倍(n は2以上の整数)の長さを有する冗長非選択期間を設けるようにしてもよい。ここで、 n を便宜的に冗長度と定義する。

【0252】そして、最大階調レベルを X 、単位表示サイクルの個数を Y 、冗長表示サイクルの個数を Z とした

とき、

$$Z = X \div n \text{ の商} - 1$$

$$Y = X - Z \times n$$

サブフィールド総数 $(Y + Z) = (X / n - 1) + n$ を満足し、更に、1フィールドの先頭から a 個の選択期間 S を表示サイクル毎に割り当て、1フィールドの後端から b 個のリセット期間 R を表示サイクル毎に割り当てる。この場合に、

$$a + b = Y + Z + 1$$

とする。このとき、 $b = n$ とした場合は、最大階調レベルに含まれるすべての階調を表現できるが、 $b = n - 1$ として、1つあるいはいくつかの階調レベルを間引きするようにしてもよい。これにより、行走査サイクルが低減されるため、低消費電力化を図ることができる。

【0253】以下、この階調制御方式での具体例を図37～図39を参照しながら説明する。

【0254】第6の具体例

第6の具体例は、図37に示すように、冗長度 n を4、最大階調レベル X を16としたもので、この場合、冗長表示サイクル TD の個数 Z は $16 \div 4 \text{ の商} - 1 = 3$ となり、単位表示サイクル Td の個数 Y は $16 - 3 \times 4 = 4$ となる。

【0255】そして、この第6の具体例では、1フィールドの先頭から3つの冗長表示サイクル $TD1 \sim TD3$ を連続して割り当て、その後に4つの単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ を連続して割り当てる。更に、1フィールドの先頭から4つの選択期間 S を表示サイクル毎に割り当て、1フィールドの後端から4つのリセット期間 R を表示サイクル毎に割り当てるようにしている。

【0256】この第6の具体例において、階調レベル1～4を表現する場合は、第1の単位表示サイクル $Td1$ の前段に割り当てられた4番目の選択期間 S に同期して ON 信号を出力し、当該画素の階調レベルに応じた個数の単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ におけるリセット期間に同期して ON 信号と OFF 信号を出力する。

【0257】階調レベル5～8を表現する場合は、第3の冗長表示サイクル $TD3$ の前段に割り当てられた3番目の選択期間 S 及び前記4番目の選択期間 S に同期して ON 信号を出力し、当該画素の階調レベルに応じた個数の単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ におけるリセット期間に同期して ON 信号と OFF 信号を出力する。

【0258】また、階調レベル9～12を表現する場合は、第2の冗長表示サイクル $TD2$ の前段に割り当てられた2番目の選択期間 S 、前記3番目及び4番目の選択期間 S に同期して ON 信号の出力し、当該画素の階調レベルに応じた個数の単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ におけるリセット期間 R に同期して ON 信号と OFF 信号を出力する。

【0259】階調レベル13～16を表現する場合は、先頭を選択期間 $S \sim 4$ 番目の選択期間 S に同期して ON

信号の出力し、当該画素の階調レベルに応じた個数の単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ におけるリセット期間 R に同期して ON 信号と OFF 信号を出力する。

【0260】この第6の具体例によれば、例えば1フィールドで16階調を表現する場合を想定したとき、1つの行に関し、8回の選択走査で済み、行走査サイクルを大幅に低減させることができる。その結果、消費電力の低減並びに高輝度化を実現させることができる。

【0261】第7の具体例

第7の具体例は、図38に示すように、第6の具体例とはほぼ同じ構成を有するが、1フィールドの先頭から4つの単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ を連続して割り当て、その後に3つの冗長表示サイクル $TD1 \sim TD3$ を連続して割り当てている点で異なる。

【0262】この第7の具体例において、階調レベル1～4を表現する場合は、各リセット期間に同期して OFF 信号を出力し、単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ の個数を階調レベルに応じて増減させるように、 ON 信号の開始タイミングを制御する。

【0263】階調レベル5～8を表現する場合は、第1の冗長表示サイクル $TD1$ の後端以降に割り当てられた各リセット期間 R に同期して OFF 信号を出力し、前記第1の冗長表示サイクル $TD1$ と共に含まれる単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ の個数を階調レベルに応じて増減させるように、 ON 信号の開始タイミングを制御する。

【0264】階調レベル9～12を表現する場合は、第2の冗長表示サイクル $TD2$ の後端以降に割り当てられた各リセット期間 R に同期して OFF 信号を出力し、第1及び第2の冗長表示サイクル $TD1$ 及び $TD2$ と共に含まれる単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ の個数を階調レベルに応じて増減させるように、 ON 信号の開始タイミングを制御する。

【0265】階調レベル13～16を表現する場合は、1フィールドの後端に割り当てられたリセット期間 R に同期して OFF 信号を出力するように制御し、第1～第3の冗長表示サイクル $TD1 \sim TD3$ と共に含まれる単位表示サイクル $Td1 \sim Td4$ の個数を階調レベルに応じて増減させるように、 ON 信号の開始タイミングを制御する。

【0266】上述の第6の具体例及び第7の具体例では、冗長度 n を4にした場合を示しているが、その他、冗長度 n が2、3、5・・・である場合にも同様に適用可能である。

【0267】この場合に、単位表示サイクル Td と冗長表示サイクル TD の任意の組み合わせで得られる最大階調レベルに応じたサブフィールド総数のうち、最もサブフィールド総数が少ない組み合わせで単位表示サイクルと冗長表示サイクルを割り当てるのが好ましい。

【0268】即ち、図39に示すように、単位表示サイ

クルTDと冗長表示サイクルTDの任意の組み合わせで得られるサブフィールド総数は最大階調レベルによって変わる。例えば、冗長度 $n=4$ の場合 (U (1) と U (4) の組み合わせ) を考えると、そのサブフィールド総数は、最大階調レベルが16のときは7であり、最大階調レベルが256のときは67となる。冗長度 $n=8$ の場合 (U (1) と U (8) の組み合わせ) は、最大階調レベルが16のときは9であって、最大階調レベルが256のときは39となる。

【0269】従って、本実施の形態では、最大階調レベルが16のときは、最もサブフィールド総数が少ない冗長度 $n=4$ の組み合わせ (U (1) と U (4) の組み合わせ) を採用し、最大階調レベルが32のときは、冗長度 $n=4$ 又は8の組み合わせ (U (1) と U (4) の組み合わせ又は U (1) と U (8) の組み合わせ) を採用する。同様に、最大階調レベルが64のときは、冗長度 $n=8$ の組み合わせを採用し、最大階調レベルが128のときは、冗長度 $n=8$ 又は16の組み合わせ (U (1) と U (8) の組み合わせ又は U (1) と U (16) の組み合わせ) を採用し、最大階調レベルが256のときは、冗長度 $n=16$ の組み合わせを採用する。

【0270】こうすることにより、各最大階調レベルでのサブフィールド総数が小さくなり、消費電力の低減化を更に有効に達成させることができ、しかも、走査回路の負担も軽減させることができることとなる。

【0271】第1～第7の具体例では、1フィールド内での1つの画素に対する発光と消光のサイクルを1回のみとする階調制御を示したが、その他、以下の第8及び第9の具体例に示すように、1フィールド内での1つの画素に対する発光と消光のサイクルを2回とする階調制御を行うようにしてもよい。

【0272】第8の具体例

第8の具体例は、図40に示すように、1フィールド内に、3つの冗長表示サイクルTD1～TD3で構成された第1のサブフィールドブロックSFB1と、4つの単位表示サイクルTd1～Td4で構成された第2のサブフィールドブロックSFB2を割当て、更に、前記第1及び第2のサブフィールドブロックSFB1及びSFB2間に強制リセット期間TRを割り当てるようにしている。この第8の具体例での階調制御の方式は、第2の具体例の方式とほぼ同様であるため、その説明は省略する。

【0273】この場合、第1のサブフィールドブロックSFB1において冗長表示サイクルTDを使用していることから、行走査サイクルの低減を図ることができ、消費電力の低減化を実現させることができる。特に、強制リセット期間TRを設けるようにしているため、該期間において画素を消光させるに十分な信号を与えることができる。

【0274】第9の具体例

第9の具体例は、図41に示すように、第8の具体例とほぼ同じ構成を有するが、第2のサブフィールドブロックSFB2に2つの冗長表示サイクルTD1及びTD2と1つの単位表示サイクルTdが割当てられている点で異なる。この第9の具体例での階調制御の方式は、第1のサブフィールドブロックSFB1は第2の具体例の方式とほぼ同様であり、第2のサブフィールドブロックSFB2は第5の具体例の方式とほぼ同様であるため、その説明は省略する。

【0275】この場合、第2のサブフィールドブロックSFB2での行走査サイクルの低減化も図ることができるため、消費電力の低減化を更に実現させることができる。

【0276】以上、本実施の形態に係る駆動装置の階調制御を第1～第9の具体例に基づいて説明してきたが、これらの駆動装置は、ディスプレイの構成として、図1に示す本実施の形態に係るディスプレイDや図10に示す第1の変形例に係るディスプレイDaに対し、図17に示すように、カラム電極28bと信号線42との間にバリスタ120が接続された構成のものにおいて好適となる。

【0277】この場合、図42に示すように、ロー電極駆動回路202から出力される選択パルスPsのピーク値として-100V、非選択信号Suのピーク値として-20V、リセットパルスPrのピーク値として60Vを使用し、また、カラム電極駆動回路204から出力されるON信号として80V、OFF信号として0Vを使用することが好ましい。

【0278】一方、図43に示すような第6の変形例に係るディスプレイDfに対して前記第1～第9の具体例に係る駆動装置を使用するようにしてもよい。

【0279】このディスプレイDfは、アクチュエータ部14が自然状態、あるいはアクチュエータ部14にON信号が供給されることで変位伝達部32の板部材32aの端面が光導波板12の背面に対して光10の波長以下の距離で接触し (発光) 、アクチュエータ部14にオフ信号が印加されることで、当該アクチュエータ部14が空所20側に凸となるように屈曲変位、即ち、他方向に屈曲変位して、板部材32aの端面が光導波板12から離隔する (消光) という構成を有する。

【0280】そして、上述した第1～第9の具体例に係る駆動装置は、図43に示す第6の変形例に係るディスプレイDfに対し、図17に示すように、カラム電極28bと信号線42との間にバリスタ120が接続された構成のものにおいて好適となる。

【0281】この場合、図44に示すように、ロー電極駆動回路202から出力される選択パルスPsのピーク値として90V、非選択信号Suのピーク値として-10V、リセットパルスPrのピーク値として-110Vを使用し、また、カラム電極駆動回路204から出力さ

れるON信号として0V、OFF信号として100Vを使用することが好ましい。

【0282】更に好ましくは、図45に示すように、ロー電極駆動回路202から出力される選択パルスPsのピーク値として170V、非選択信号Suのピーク値として0V、リセットパルスPrのピーク値として-160Vを使用し、また、カラム電極駆動回路204から出力されるON信号として0V、OFF信号として80Vを使用することがよい。

【0283】そして、本実施の形態に係る駆動装置における第1～第9の具体例においては、電力回収回路との併用により更なる低消費電力化を図ることができる。

【0284】また、これらの駆動装置における階調制御は、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイで用いられている階調制御にも適用可能である。

【0285】例えばプラズマディスプレイにおいては、各画素（放電セル）は、容量性素子（コンデンサ）として等価回路で表され、かつ、本実施の形態に係るディスプレイの各画素と同様にメモリ効果を有するため、本実施の形態に係る駆動装置の階調制御を適用させることができる。

【0286】この場合に、

（1） 発光維持期間を長くとれるため、高輝度化を実現させることができる。

（2） 分割したサブフィールドの組み合わせで階調表現しないことから、いわゆる偽輪郭の発生を防止することができる。

（3） 点灯放電が1フィールドに1回（第1～第7の具体例）又は2回（第8及び第9の具体例）しかないので、低消費電力化を図ることができる。という効果を得ることができる。

【0287】また、TFT-LCD（アクティブマトリクス方式の液晶ディスプレイ）についても、スイッチング素子と容量性画素の組み合わせであるため、本実施の形態に係る階調制御が適用できる。この場合、高輝度化と低消費電力化を実現させることができる。

【0288】また、単純マトリクス方式のLCDも画素のフレーム応答を利用することにより、本実施の形態に係る階調制御（特に、第2、第3、第5、第8及び第9の具体例）が適用可能である。図46に本実施の形態の第2の具体例（図33A～図33C参照）を単純マトリクス方式のLCDに適用して階調レベル=7を表現したフレーム応答波形を示す。

【0289】図46において、S/ONは選択された画素の選択期間でON信号が出力されている場合を示し、S/OFFは当該画素の選択期間でOFF信号が出力されている場合を示し、R/OFFは当該画素のリセット期間でOFF信号が出力されている場合を示す。従って、この図42の例では、S/ONとされた時点からR/OFFとされる時点までが発光維持期間となる。

【0290】ところで、本実施の形態に係るディスプレイDにおいては、例えば図1に示すように、アクチュエータ部14の自然状態で消光とし、アクチュエータ部14のロー電極28aとカラム電極28b間に高レベル電圧を印加したときにアクチュエータ部14を光導波板12側に凸となるように屈曲変位させて発光させるようにしたが、その他、光導波板12の背面に変位伝達部32を接触・離隔することにより、アクチュエータ部14をオン動作/オフ動作させる際に、形状保持層26に電圧を印加して発生する歪みに加えて、光導波板12の背面と変位伝達部32の接触面（端面）との間に静電気を発生させ、この静電気による引力、斥力をアクチュエータ部14のオン動作/オフ動作に利用するようにしてもよい。

【0291】結果として、アクチュエータ部14の駆動中に、誘電分極を発生させて静電気による引力を利用してアクチュエータ部14のオン特性（変位伝達部32の接触性や接触方向への応答性等）の向上を図る構成や、静電気による引力のみならず、斥力も利用することにより、アクチュエータ部14のオン特性以外にオフ特性（変位伝達部32の離隔性や離隔方向への応答性等）の向上をも図ることができる。

【0292】例えば、アクチュエータ部14のオン特性のみの向上を図る場合は、単に変位伝達部32の接触面（端面）及び光導波板12自体又は光導波板12の背面にコーティング材を配して、これらを誘電分極させればよい。

【0293】更に、例えばアクチュエータ部14のオン特性とオフ特性の両方を向上させる場合は、誘電分極された変位伝達部32の接触面に対して、静電気による引力、斥力のいずれも発生するように、光導波板12の背面に透明電極や金属薄膜を配してその電気極性を切り換えればよい。

【0294】具体的に、前記構成について図47A～図48Bを参照しながら説明する。アクチュエータ部14の自然状態で発光とし、図47A及び図47Bに示すように、形状保持層26の上面にロー電極28a、下面にカラム電極28bが形成されたディスプレイDにおいて、光導波板12の背面のうち、アクチュエータ部14に対応した位置にそれぞれ透明電極290を形成する。

【0295】そして、アクチュエータ部14をオン動作させて発光させる場合は、例えば図47Aに示すように、当該アクチュエータ部14に対応する透明電極290とロー電極28aとの間に電圧（ $V_c > V_a$ ）を印加し、ロー電極28aとカラム電極28bとの間の電圧はほぼゼロとしておく（ $V_a \approx V_b$ ）。

【0296】これにより、透明電極290とロー電極28aとの間に働く静電引力で変位伝達部32は光導波板12側に押し付けられる。この押圧力により、輝度の向上、応答速度の向上が図られる。

【0297】一方、アクチュエータ部14をオフ動作させて消光させる場合は、図47Bに示すように、当該アクチュエータ部14に対応する透明電極290とロー電極28aとの間の電圧をほぼゼロにしておき($V_c \approx V_a$)、ロー電極28aとカラム電極28bとの間に電圧($V_a < V_b$)を印加する。

【0298】これにより、アクチュエータ部14は空所20側に凸となるように屈曲変位し、変位伝達部32は光導波板12から離隔することになる。

【0299】ところで、前記透明電極290を、光導波板12の背面や、変位伝達部32の端面のいずれに形成してもよいが、変位伝達部32の端面に形成する方が好ましい。これは、アクチュエータ部14上のロー電極28aとの距離が小さくなり、より大きな静電力を発生させることができるからである。

【0300】また、光導波板12の背面に形成された透明電極290は、変位伝達部32の離隔性を向上させる効果がある。一般に、変位伝達部32の接触、離隔によって変位伝達部32や光導波板12に生ずる局所的な表面電荷を生ずるが、これは、変位伝達部32が光導波板12に接触するのを助ける。しかし、この場合、変位伝達部32が光導波板12に貼り付いてしまうという不都合が生じやすくなる。

【0301】そこで、光導波板12の背面に透明電極290を形成することで、局所的な表面電荷の発生を緩和し、前記不都合(貼り付き)が低減され、変位伝達部32の離隔性が向上する。

【0302】前記透明電極290を形成して静電気を利用する構成は、図48A及び図48Bに示すようなディスプレイD、即ち、形状保持層26の上面に一对の電極(ロー電極28aとカラム電極28b)を形成したディスプレイDにも適用することができる。

【0303】つまり、光導波板12の背面に透明電極290を形成し、この透明電極290とアクチュエータ部14の上面に設けられた一对の電極28a及び28bとの間に電圧($V_c > V_a$ 、 $V_c > V_b$)を印加すると、両者の間に静電気が発生する。

【0304】ここで、アクチュエータ部14の自然状態で消光の場合を考えたとき、当該アクチュエータ部14をオン動作させて発光させる場合、一对の電極28a及び28b間の電圧($V_a < V_b < V_c$)によってアクチュエータ部14が光導波板12に向かって屈曲変位すると共に、前記静電気の引力によって、変位伝達部32が光導波板12側に急速に接近し、発光状態となる。反対に、透明電極290と一对の電極28a及び28bとの間に電圧を印加しない状態($V_a \approx V_b \approx V_c$)では、アクチュエータ部14がオフ動作し、アクチュエータ部14の剛性によって光導波板12から離隔し、消光状態となる。

【0305】このような静電気を利用したディスプレイ

Dに対しても第1～第9の具体例に係る駆動方式を適用させることができる。

【0306】なお、この発明に係るディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法は、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0307】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るディスプレイの駆動装置及びディスプレイの駆動方法によれば、消費電力を有効に低減させることができ、高輝度化を達成させることができる。また、サブフィールド駆動による階調制御において、消費電力を有効に低減させることができ、高輝度化を達成させることができる。サブフィールド駆動による階調制御において、サブフィールド総数の低減を図ることができ、消費電力を有効に低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係る駆動装置が適用されるディスプレイの構成図である。

【図2】アクチュエータ部に形成される一对の電極の平面形状の一例を示す図である。

【図3】図3Aは形状保持層の長軸に沿って一对の電極のくし歯を配列させた1つの例を示す説明図であり、図3Bは他の例を示す説明図である。

【図4】図4Aは形状保持層の短軸に沿って一对の電極のくし歯を配列させた1つの例を示す説明図であり、図4Bは他の例を示す説明図である。

【図5】アクチュエータ部に形成される一对の電極の他の例を示す構成図である。

【図6】ディスプレイにおけるアクチュエータ部(画素)の配置を拡大して示す平面図である。

【図7】アクチュエータ部の屈曲変位特性を示す図である。

【図8】アクチュエータ部の電荷一印加電圧特性を示す図である。

【図9】本実施の形態に係る駆動装置を示す構成図である。

【図10】第1の変形例に係るディスプレイを示す構成図である。

【図11】第1の変形例に係るディスプレイにおけるアクチュエータ部を示す平面図である。

【図12】第1の変形例に係るディスプレイの駆動部に配置された各画素の等価回路を示す図である。

【図13】図13Aは、第1の変形例に係るディスプレイのアクチュエータ部において、形状保持層上にくし歯状の一对の電極を形成した場合の構成を示す平面図であり、図13Bは、同じく形状保持層上に渦巻き状の一对の電極を形成した場合の構成を示す平面図である。

【図14】第1の変形例に係るディスプレイのアクチュエータ部において、形状保持層上に多枝形状の一对の電

極を形成した場合の構成を示す平面図である。

【図15】第2の変形例に係るディスプレイを示す構成図である。

【図16】第3の変形例に係るディスプレイを示す構成図である。

【図17】第4の変形例に係るディスプレイの駆動部に配置された各画素の等価回路を示す図である。

【図18】第4の変形例に係るディスプレイにおけるアクチュエータ部を示す平面図である。

【図19】第4の変形例に係るディスプレイにおけるアクチュエータ部の電圧-屈曲変位特性を示す図である。

【図20】第4の変形例に係るディスプレイにおけるアクチュエータ部の電荷-印加電圧特性を示す図である。

【図21】ヒステリシスを持たない材料の屈曲変位特性を示す図である。

【図22】図22Aは、アクチュエータ基板上にアクチュエータ部及びゲート線を形成した例を示す図であり、図22Bは、アクチュエータ基板の背面側にバリスタ及びデータ線を形成した例を示す図である。

【図23】アクチュエータ基板にバリスタ基板を貼り合わせる例を示す説明図である。

【図24】図24Aは、第4の変形例に係るディスプレイのアクチュエータ部において、形状保持層上にくし歯状の一对の電極を形成した場合の構成を示す平面図であり、図24Bは、形状保持層上に渦巻き状の一对の電極を形成した場合の構成を示す平面図である。

【図25】第5の変形例に係るディスプレイの駆動部に配置された各画素の等価回路を示す図である。

【図26】第5の変形例に係るディスプレイにおけるアクチュエータ部と圧電リレーを示す断面図である。

【図27】第5の変形例に係るディスプレイにおけるアクチュエータ部と圧電リレーを示す平面図である。

【図28】第5の変形例に係るディスプレイの他の例を示す構成図である。

【図29】時間変調方式の階調制御を説明するために、特に1フィールドを複数のサブフィールドに等分割した例を示す図である。

【図30】図30Aは、第1の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図であり、図30Bは、1行1列の画素における発光維持期間の決定処理を示す信号波形図であり、図30Cは、2行1列の画素における発光維持期間の決定処理を示す信号波形図である。

【図31】第1の具体例に係る駆動方式での実験結果を示す印加電圧波形と光強度分布を示す図である。

【図32】比較例に係る駆動方式での実験結果を示す印加電圧波形と光強度分布を示す図である。

【図33】図33Aは、第2の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図であり、図33Bは、1行1列の画素における発光維持期間の決定処理

を示す信号波形図であり、図33Cは、2行1列の画素における発光維持期間の決定処理を示す信号波形図である。

【図34】第3の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図である。

【図35】図35Aは、第4の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図であり、図35Bは、1行1列の画素における発光維持期間の決定処理を示す信号波形図であり、図35Cは、2行1列の画素における発光維持期間の決定処理を示す信号波形図である。

【図36】図36Aは、第5の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図であり、図36Bは、1行1列の画素における発光維持期間の決定処理を示す信号波形図であり、図36Cは、2行1列の画素における発光維持期間の決定処理を示す信号波形図である。

【図37】第6の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図である。

【図38】第7の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図である。

【図39】単位表示サイクルと冗長表示サイクルの任意の組み合わせで得られる最大階調レベルに応じたサブフィールド総数を示す表図である。

【図40】第8の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図である。

【図41】第9の具体例に係る駆動方式での表示サイクル等の割当てを示す説明図である。

【図42】第1～第9の具体例において、ロー電極駆動回路から出力される選択パルス、非選択信号及びリセットパルスと、カラム電極駆動回路から出力されるON信号及びOFF信号の電位並びに各画素のロー電極とカラム電極間に加わる電圧の関係を示す表図である。

【図43】第6の変形例に係るディスプレイを示す構成図である。

【図44】第6の変形例に係るディスプレイに対し、第1～第9の具体例に係る駆動方式を適用した場合において、ロー電極駆動回路から出力される選択パルス、非選択信号及びリセットパルスと、カラム電極駆動回路から出力されるON信号及びOFF信号の電位並びに各画素のロー電極とカラム電極間に加わる電圧の関係の一例を示す表図である。

【図45】第6の変形例に係るディスプレイに対し、第1～第9の具体例に係る駆動方式を適用した場合において、ロー電極駆動回路から出力される選択パルス、非選択信号及びリセットパルスと、カラム電極駆動回路から出力されるON信号及びOFF信号の電位並びに各画素のロー電極とカラム電極間に加わる電圧の関係の他の例を示す表図である。

【図46】第2の具体例に係る駆動方式を単純マトリク

ス方式のLCDに適用して階調レベル=7を表現した場合のフレーム応答波形を示す図である。

【図47】図47Aは静電気を利用したディスプレイの一例において、その発光状態の場合を示す断面図であり、図47Bはその消光状態の場合を示す断面図である。

【図48】図48Aは静電気を利用したディスプレイの他の例において、その発光状態の場合を示す断面図であり、図48Bはその消光状態の場合を示す断面図である。

【符号の説明】

D、Da～Df…ディスプレイ 14…アクチュエ

ータ部

16…駆動部

18…アクチュエ

ータ基板

26…形状保持層

28…一对の電極

28a…ロー電極

28b…カラム電

極

32…変位伝達部

40…垂直選択線

42…信号線

202…ロー電極

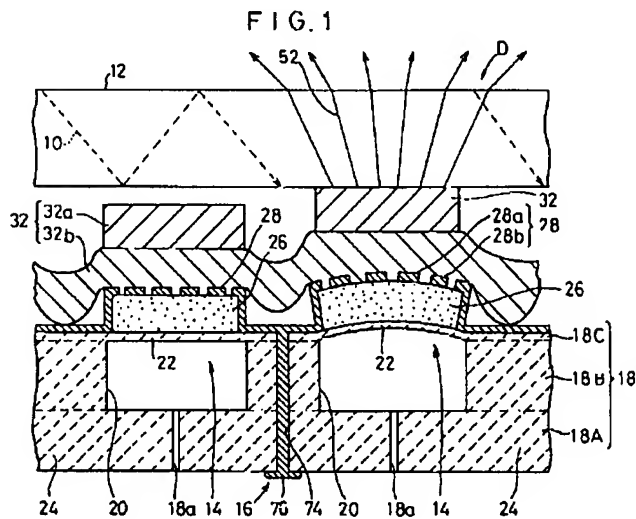
駆動回路

204…カラム電極駆動回路

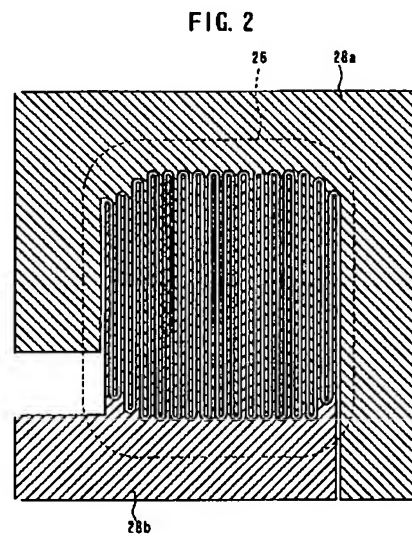
206…信号制御

回路

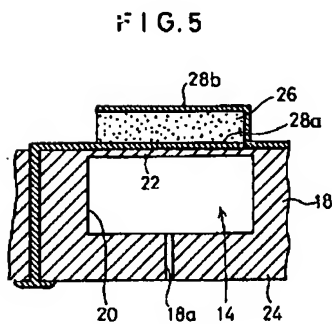
【図1】



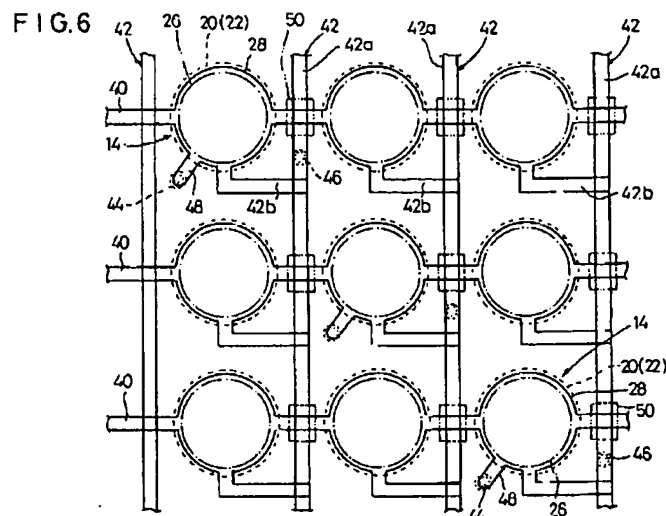
【図2】



【図5】

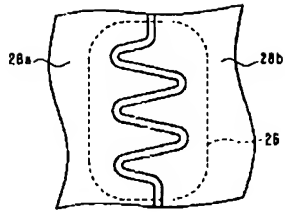


【図6】



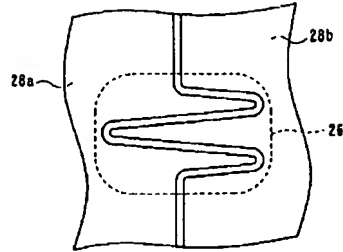
【図3】

FIG. 3A



【図4】

FIG. 4A



【図7】

FIG. 7

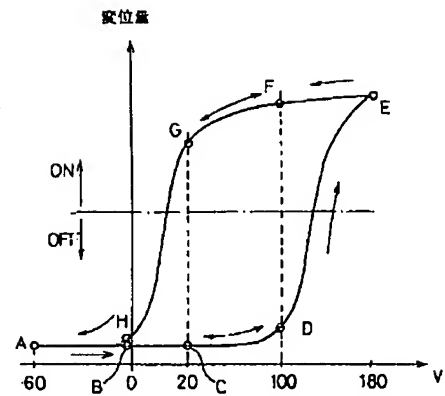


FIG. 3B

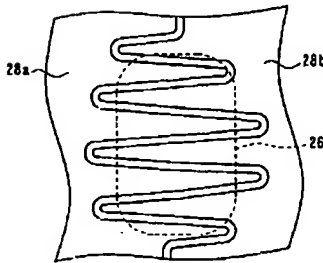
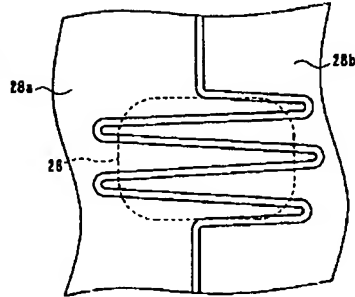
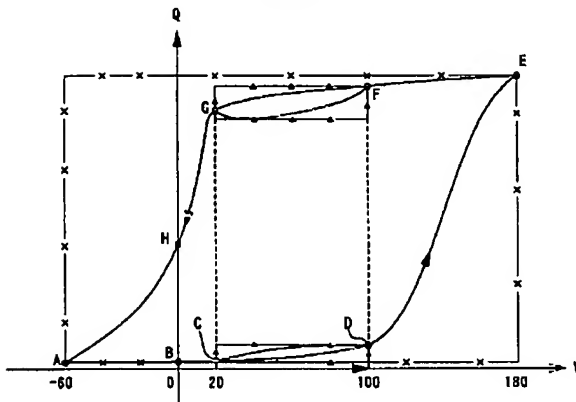


FIG. 4B



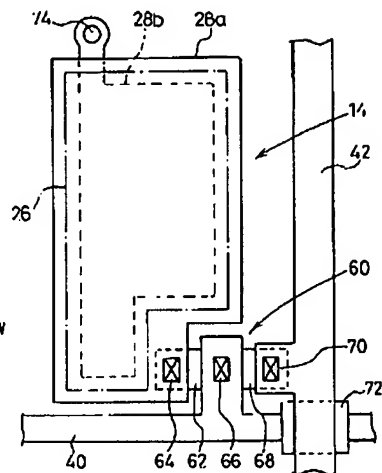
【図8】

FIG. 8



【図11】

FIG. 11



【図12】

FIG. 12

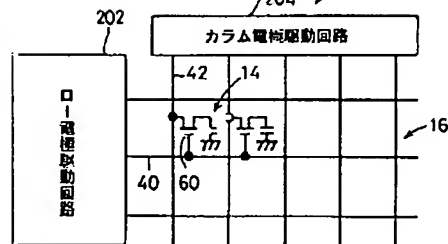
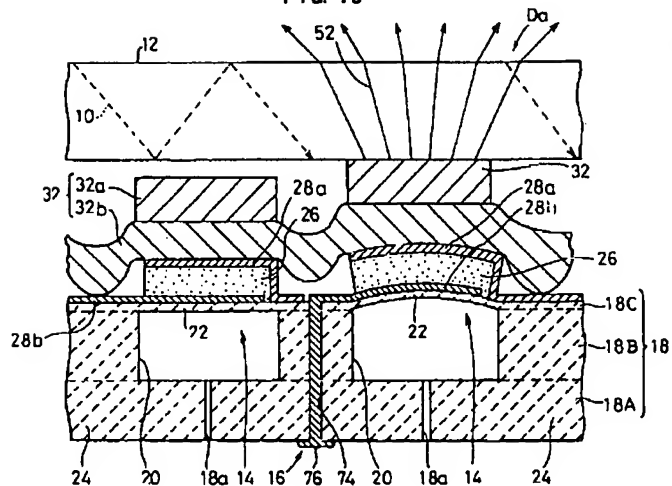


FIG. 18

FIG. 10



【図21】

FIG. 21

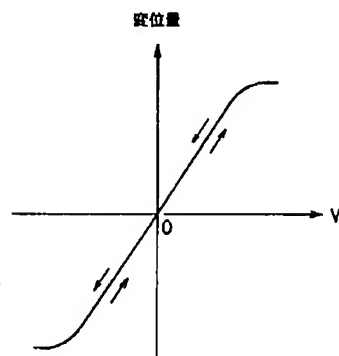
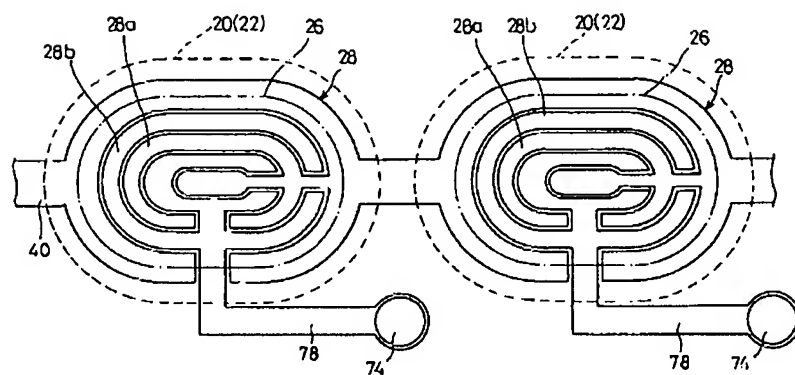
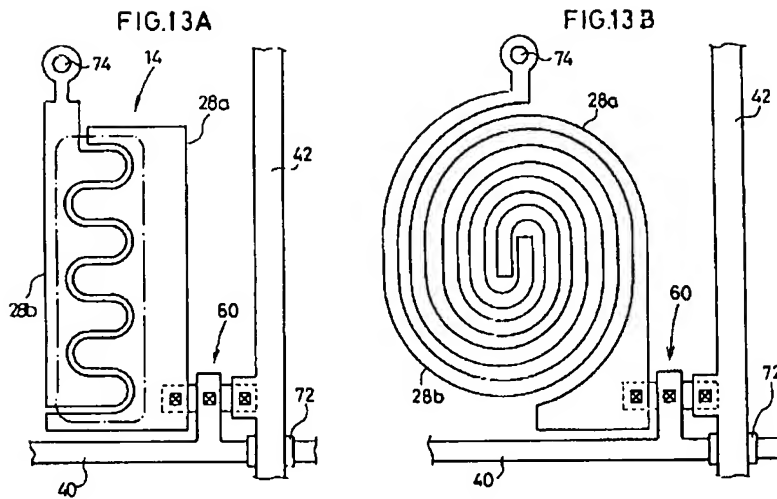


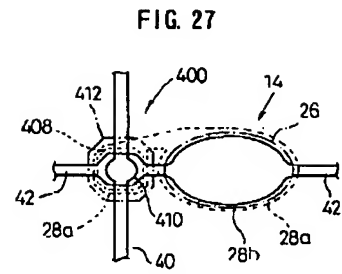
FIG. 14



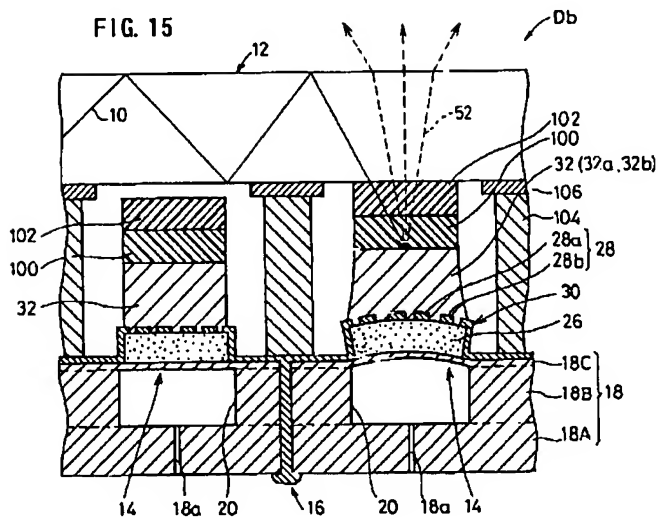
【図13】



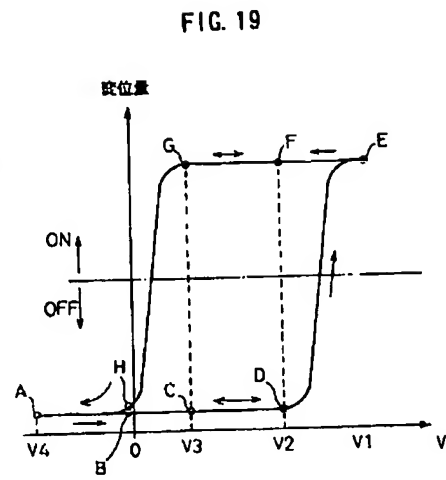
【図27】



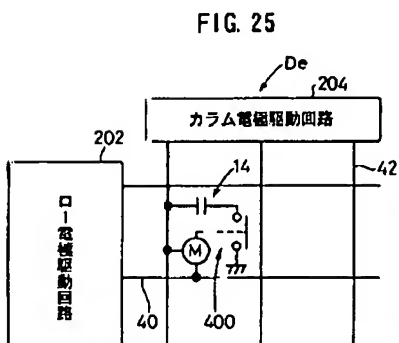
【図15】



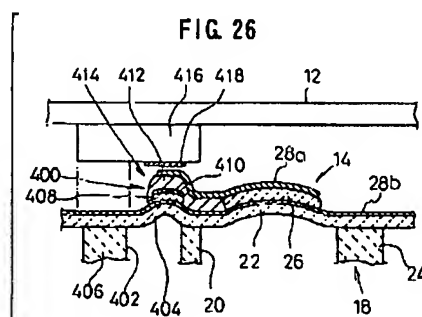
【図19】



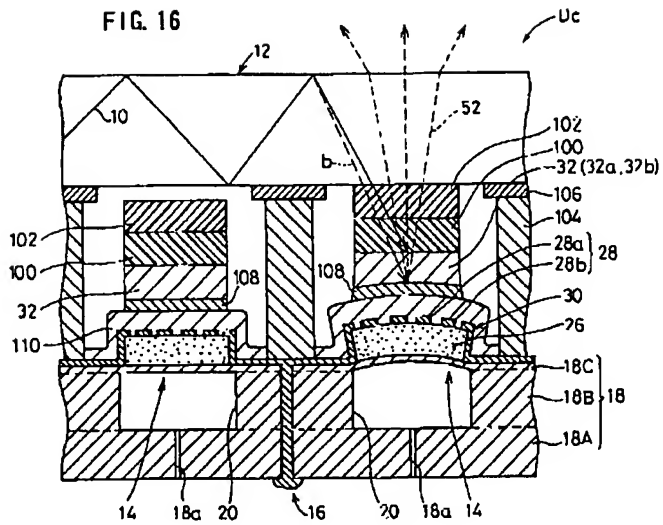
【図25】



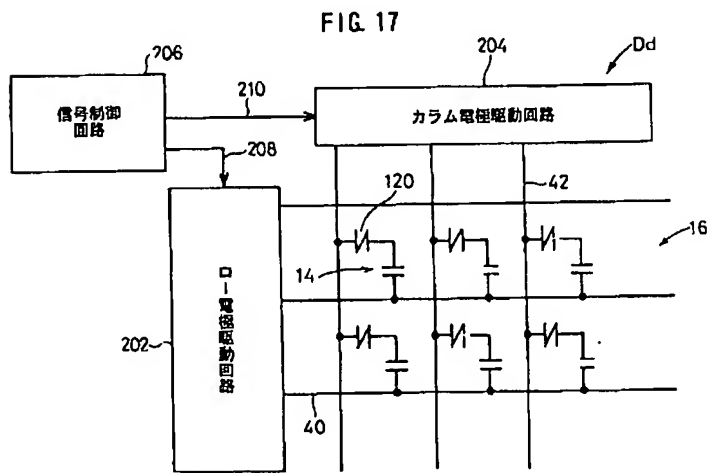
【図26】



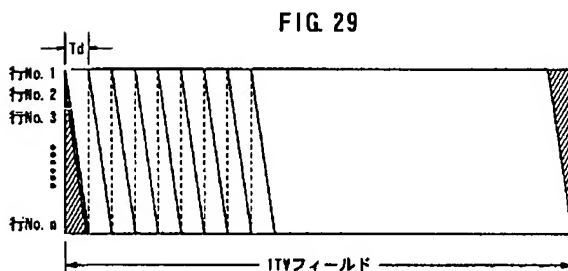
【図16】



【図17】



【図29】



【図22】

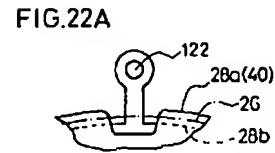
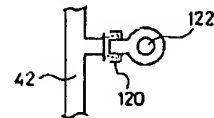
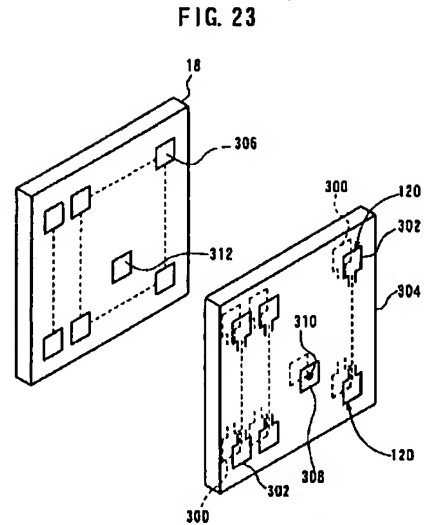


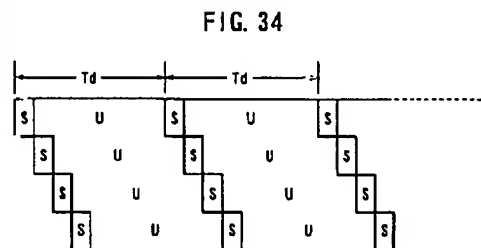
FIG. 22B



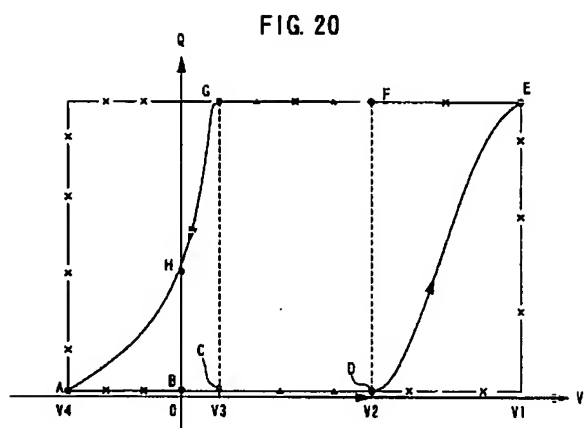
【図23】



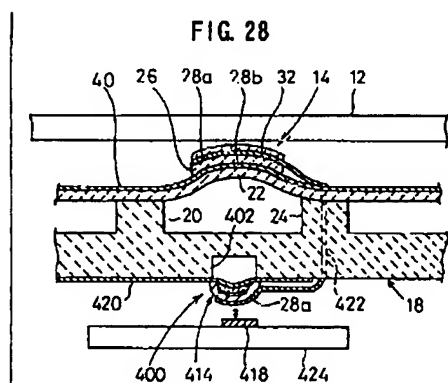
【図34】



【図20】



【図28】



【图24】

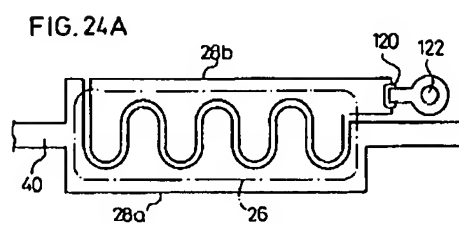
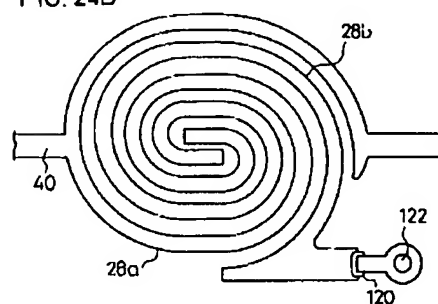
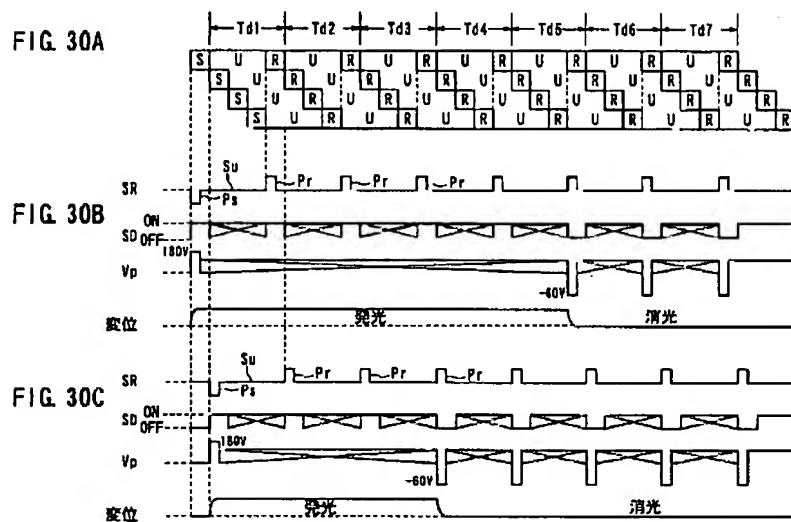


FIG. 24B

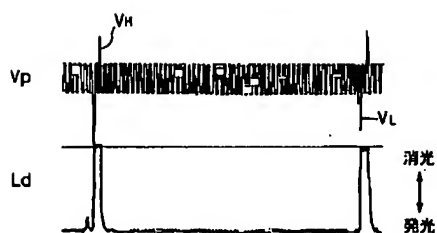


【図30】



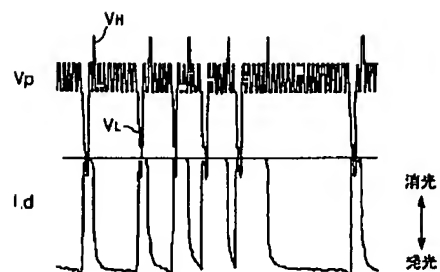
【図31】

FIG. 31



【図32】

FIG. 32



【図33】

FIG. 33A

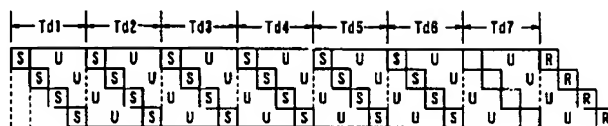


FIG. 33B

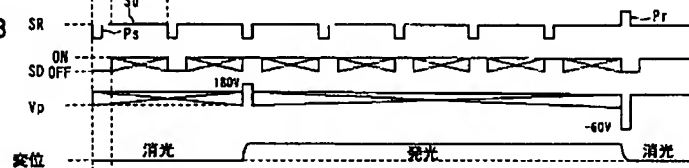
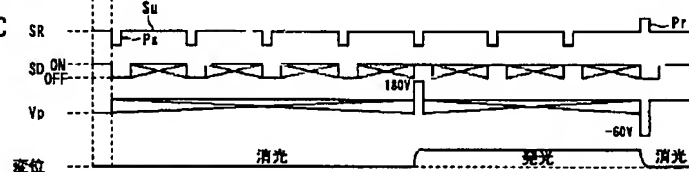


FIG. 33C



【図35】

FIG. 35A

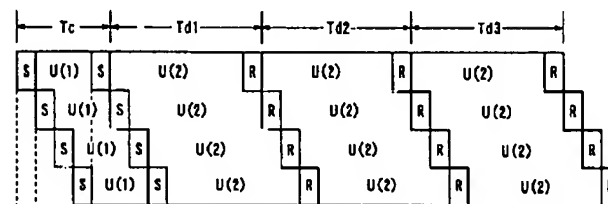


FIG. 35B

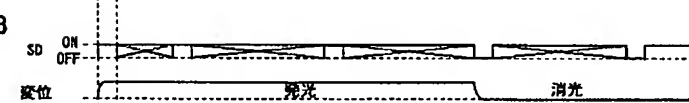
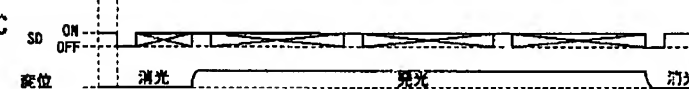
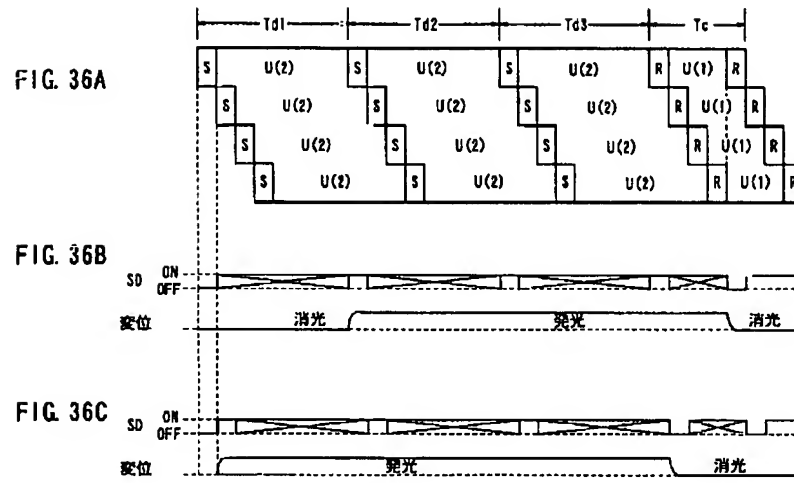


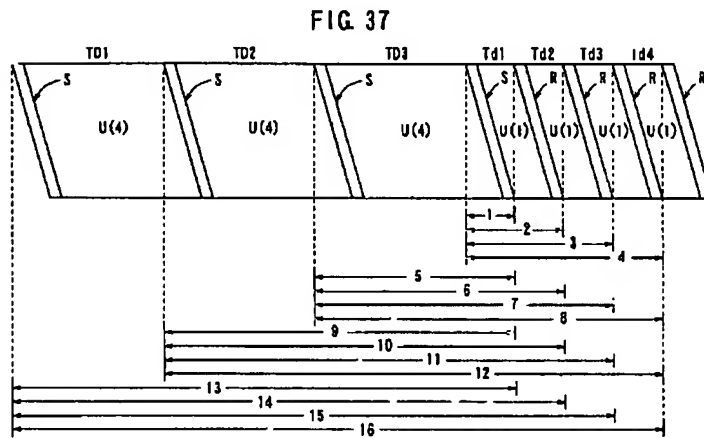
FIG. 35C



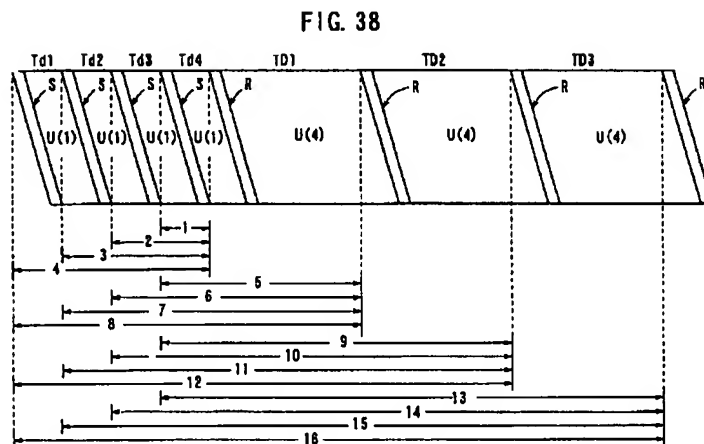
【図36】



【図37】



【図38】



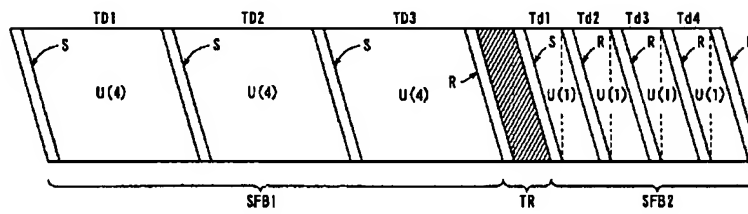
【図39】

FIG. 39

サブフィールド 階調	U(1) のみ	U(1) と U(2)	U(1) と U(4)	U(1) と U(8)	U(1) と U(16)	U(1) と U(32)	U(1) と U(64)	U(1) と U(128)
16	15	9	7	9	-	-	-	-
32	31	17	11	11	17	-	-	-
64	63	33	19	15	19	33	-	-
128	127	65	35	23	23	35	65	-
256	255	129	67	39	31	39	67	129

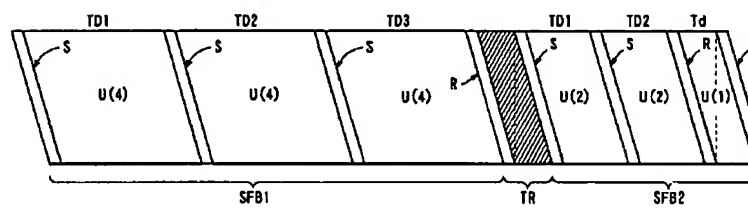
【図40】

FIG. 40



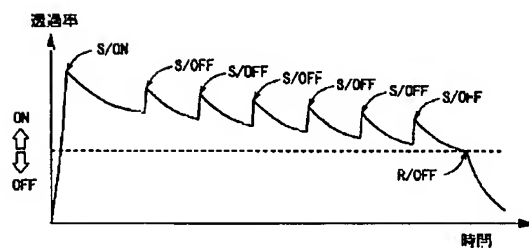
【図41】

FIG. 41



【図46】

FIG. 46



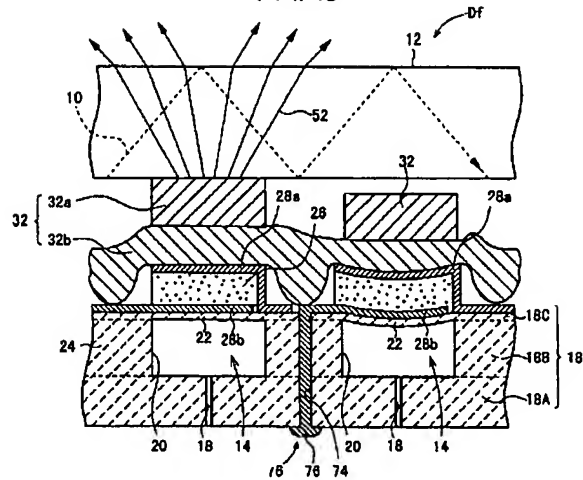
【図42】

FIG. 42

		ON信号	OFF信号
		80V	0V
選択パルス	-100V	180V (画素発光)	100V (画素非発光)
非選択信号	-20V	100V (発光維持又は 非発光維持)	20V (発光維持又は 非発光維持)
リセットパルス	60V	20V (発光維持又は 非発光維持)	-60V (画素消光)

【図43】

FIG. 43



【図44】

FIG. 44

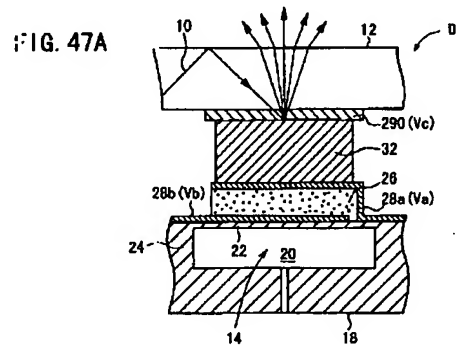
		ON信号	OFF信号
		0V	100V
選択パルス	80V	-80V (画素発光)	10V (画素非発光)
非選択信号	-10V	10V (発光維持又は 非発光維持)	110V (発光維持又は 非発光維持)
リセットパルス	-110V	110V (発光維持又は 非発光維持)	210V (画素消光)

【図45】

FIG. 45

		ON信号	OFF信号
		0V	80V
選択パルス	170V	-170V (画素発光)	-90V (画素非発光)
非選択信号	0V	0V (発光維持又は 非発光維持)	80V (発光維持又は 非発光維持)
リセットパルス	-180V	180V (発光維持又は 非発光維持)	240V (画素消光)

【図47】



【図48】

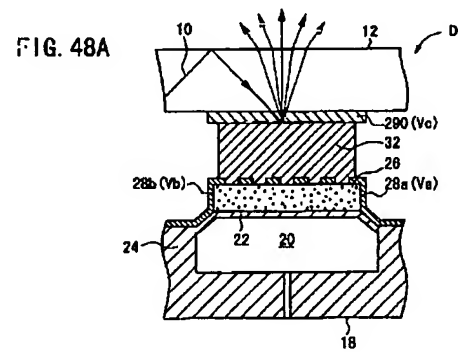


FIG. 47B

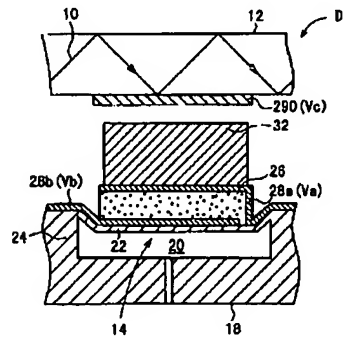
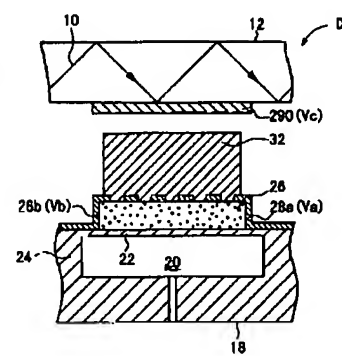


FIG. 48B



フロントページの続き

(72)発明者 大和田 巖
愛知県名古屋市長区須田町 2 番56号 日
本碍子株式会社内

(72)発明者 赤尾 隆嘉
愛知県名古屋市長区須田町 2 番56号 日
本碍子株式会社内